



INFORME DE AUTOEVALUACIÓN 2021

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

www.cicy.mx





Contenido

1. PRESENTACIÓN	2
2. DESARROLLO INSTITUCIONAL.....	3
3. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	5
3.1 Aspectos Relevantes.....	5
3.2 Resultados Obtenidos de las Unidades académicas.....	9
3.3 Logros Obtenidos.....	37
3.4 Impactos Generados.....	45
3.5 Dificultades superadas.....	49
4. FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO.....	51
4.1 Aspectos Relevantes.....	51
4.2 Resultados Obtenidos.....	52
4.3 Logros Obtenidos.....	62
4.4. Impactos Generados.....	63
4.5 Dificultades superadas.....	64
5. DESARROLLO TECNOLÓGICO Y VINCULACIÓN.....	66
5.1 Aspectos Relevantes.....	66
5.2 Resultados Obtenidos.....	67
5.3 Logros Obtenidos.....	92
5.4 Impactos Generados.....	96
5.5 Dificultades superadas.....	96
6. DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA	99
6.1 Aspectos Relevantes.....	99
6.2 Resultados Obtenidos.....	100
6.3 Logros Obtenidos.....	112
6.4 Impactos Generados.....	113
6.5 Dificultades superadas.....	113
7. SOPORTE A LA GESTIÓN	115
7.1 Administración.....	115
7.2 Acciones sobre la COVID-19.....	120





1. PRESENTACIÓN

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



Figura 1. Personal del Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C.

El presente informe corresponde a las actividades realizadas durante el año de 2021, basadas en los ejes sustantivos del CICY: investigación, docencia, gestión tecnológica, y divulgación. En este periodo, el capital humano del CICY estuvo integrado por 356 personas, de las cuales 242 son personal científico y tecnológico (incluyendo 15 investigadore(a)s de cátedras), 8 mandos medios y superiores, 60 personal administrativo y de apoyo, 6 honorarios asimilados y 40 eventuales.

De la plantilla del personal, 159 son mujeres (44%) y 199 son hombres (56%). De este porcentaje de la plantilla de mujeres (44%), las investigadoras representan el 35%, las ingenieras el 35%, las técnicas académicas el 49%; el 50% del personal administrativo y de apoyo son mujeres, así como el 66% de éstas ocupan puestos en los mandos medios y superiores.

Se cuenta con 243 personas que participan en actividades científicas y tecnológicas en el CICY, clasificadas de la siguiente manera: 86 investigadore(a)s en activo (incluyendo 15 del programa Cátedras CONACYT y al Dr. Pedro Iván González Chi que tiene licencia por cargo administrativo), 24 ingeniero(a)s y 133 técnico(a)s académico(a)s.





2. DESARROLLO INSTITUCIONAL

Se dio seguimiento permanente a la Planeación Estratégica Institucional 2020-2030, que delinea el desarrollo del Centro en los próximos años. En el 2021 se socializó la Planeación Estratégica al interior de la comunidad del CICY. Para atender la consecución de los fines se construyeron y entraron en ejecución cinco programas estratégicos integrados por proyectos y que definen los entregables, acciones y los equipos de trabajo.

Lo anterior se soportó en los cuatro propósitos clave identificados:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Procesos de gestión internos óptimos. Se potenciará 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.

Al concluir el 2021 se obtuvo la definición de cuatro programas estratégicos, cuyos proyectos y actividades entraron en ejecución y las que, incluso, han iniciado y espera obtenerse resultados. Dichos programas son:

Programa 1. Investigación que contribuye a la resolución de grandes retos nacionales.





A través del cual 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.

Programa 2. Vinculación regional

Que involucra el fomento al impacto social/ambiental mediante el uso de la innovación, la transferencia del conocimiento y de la tecnología como herramientas para contribuir al modelo actual de desarrollo

Programa 3. Posgrado competitivo

Mediante el que se busca promover 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

Programa 4. Desarrollo de capital intelectual

A través del cual se potencializará el crecimiento del CICY y su contribución al desarrollo regional, mediante el desarrollo de su capital humano y estructural, con la optimización de procedimientos y procesos operativos, para promover una etiqueta organizacional orientada al servicio, al uso efectivo de los recursos y a la unidad institucional en un ambiente de bienestar.

Aunado a lo anterior y atendiendo a los objetivos prioritarios del PECiTI en desarrollo, el Centro obtuvo también un importante avance en la construcción de su programa institucional.



3. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

3.1 Aspectos Relevantes

Durante el año 2021, la investigación científica del CICY estuvo a cargo de 86 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 2021, el 97.67% de los Investigadores pertenecieron al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), 1 en nivel candidato C, 47 en nivel I, 24 en nivel II, 10 en el nivel III y 2 investigadores en el nivel Emérito (Figura 2).

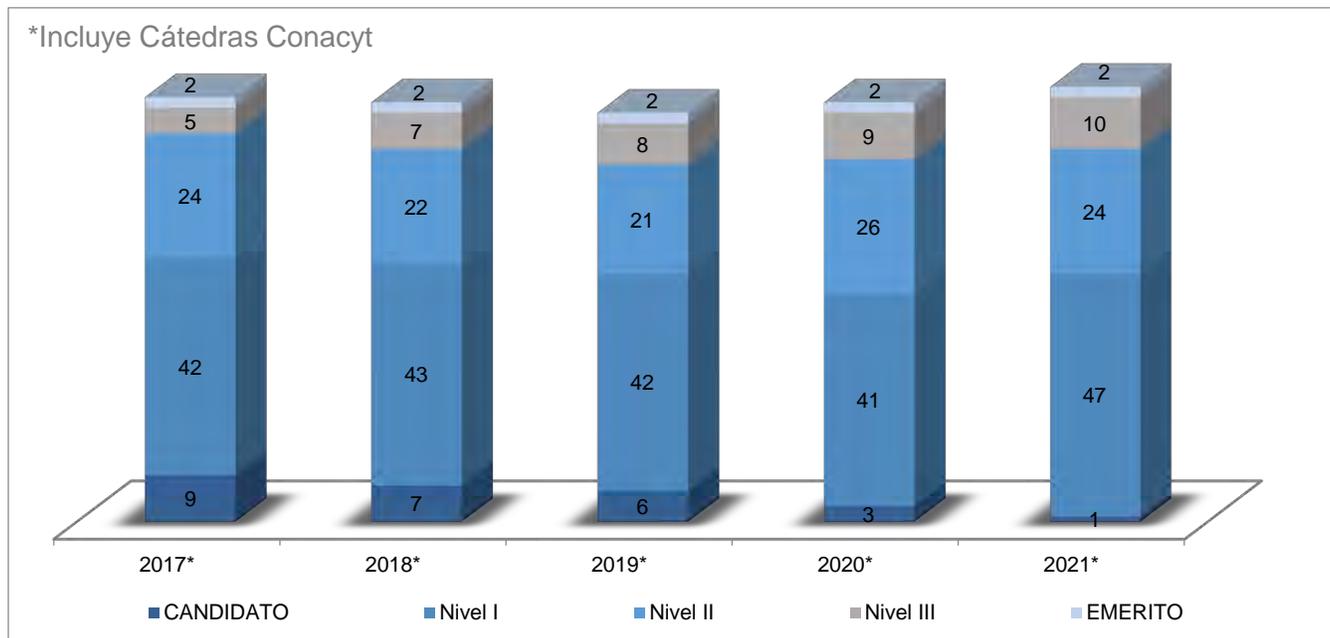


Figura 2. Investigadores en el S.N.I 2017-2021.

Derivado del trabajo de las seis Unidades de Investigación, durante el 2021 se obtuvieron un total de 227 publicaciones de las cuales 192 fueron artículos arbitrados y de ellos 159 fueron artículos indizados con un factor de impacto promedio de 3.8, 29 capítulos de libro y 6 libros.





Por consiguiente, se logró un promedio de 2.63 publicaciones por investigador, y un promedio de 1.84 artículos indizados por investigador.

3.1.1 Consecución de Proyectos de Investigación

Durante el periodo enero - diciembre 2021, el CICY tuvo en ejecución 54 proyectos de investigación, de los cuales, 18 concluyeron durante el periodo que se reporta. De acuerdo con el tipo de proyecto, se tuvieron 23 proyectos de Investigación Básica, 25 de Investigación Aplicada, 3 de Investigación para Desarrollo Tecnológico y 3 de Apoyos a Ciencia de Frontera: Fortalecimiento y Mantenimiento de Infraestructuras de Investigación. (Figura 3).



Figura 3. Distribución de los tipos de proyectos desarrollados durante el año 2021

El 42.6% de los proyectos realizados fueron proyectos de ciencia básica; en ellos se estudiaron diversos temas orientados al entendimiento, cuidado y conservación de diversos ecosistemas (tanto en tierra como en agua); así como temas relacionados con estudios de cultivos de importancia agrícola y biodiversidad para México. Adicionalmente, se trabajó en la generación de nuevos materiales y fuentes de energía renovables.



La diversificación de las fuentes de financiamiento y el número de proyectos vigentes en el año se divide de la siguiente manera: 21 proyectos de FOSEC's (Fondos Sectoriales: SEP, CONAFOR, INEGI, SEMAR, SENER); 1 de Fondos Mixtos (FOMIX-Yucatán); 4 FORDECYT, 5 de FOINS; 3 Otros Conacyt; 3 Fondos Internacionales-terceros (Tropic Safe-Alma Mater Studiorum Universita Di Bologna, US NAVY, Global Botanic Garden Conservation International); y 17 Nacionales-terceros (CIATEJ, CIMAV, CIO, INECOL, ECOSUR, IPICYT, UADY, UC-MEXUS, KEKÉN). (Tabla 1).

Tabla 1. Consecución de proyectos y presupuesto asociado.

	Fuente	Proyectos (#)	Proyectos (%)	Presupuesto (pesos)	Presupuesto (%)
CONACYT	FOSEC's	21	39	\$93,919,752.21	43
	FOMIX	1	2	\$4,999,662.00	2.3
	FORDECYT	4	7.4	\$47,214,445.00	21.7
	FOINS	5	9.2	\$15,521,978.00	7.4
	Otros Conacyt	3	5.5	\$10,568,120.03	4.9
TERCEROS	INTERNACIONALES	3	5.5	\$4,372,501.92	2
	Otros	17	31.4	\$40,586,821.50	18.7
	Total	54	100	\$217,183,280.66	100

Es importante resaltar que, de los 54 proyectos de investigación obtenidos, 40 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 99% de avance con respecto a lo programado. A continuación, se muestra el porcentaje de proyectos por fuente de financiamiento (Figura 4).

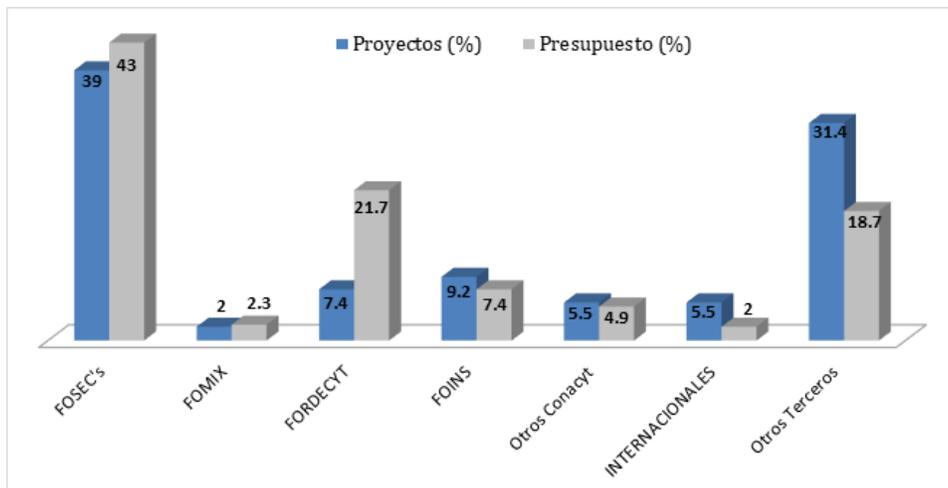


Figura 4. Porcentaje de proyectos y de presupuesto obtenido por fuentes de financiamiento.

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.

De igual manera, durante el periodo que se reporta, el CICY participó en 26 convocatorias de 14 fondos, sometiendo un total de 61 propuestas de proyectos de investigación por un monto total de \$55,876,448.30; de los cuales 14 proyectos fueron aprobados por un monto de \$15,074,965.30 (2 FORDECYT, 1 DADC, 5 PPRONACE, 2 PRONAI y 4 KEKÉN).

Es importante resaltar que, en los últimos 6 años (2016-2021), hubo una reducción de 77 % en convocatorias y 79 % en fondos a los que el Centro pudo acceder, viéndose reflejado en una disminución del 75 % de propuestas sometidas y 57 % en proyectos aprobados.

Cabe mencionar que, de los 14 proyectos aprobados, CICY participó como responsable de 8, y 6 de ellos son en colaboración con diversas instituciones, actualmente se esperan resultados de 22 proyectos sometidos en diversas convocatorias, sometidos a finales del 2021.



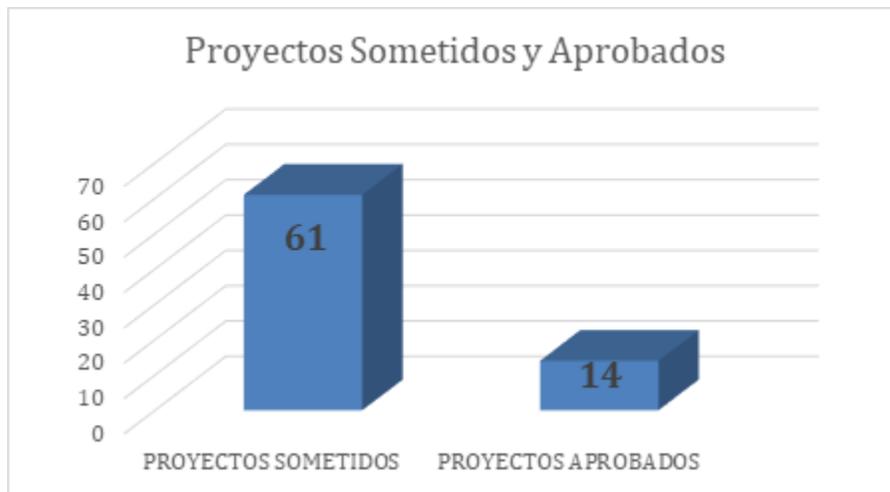


Figura 5. Proyectos sometidos y proyectos aprobados 2021.

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. En la Figura 6 se presentan algunos de los Modelos de Investigación de la UBBMP trabajados durante el 2021.



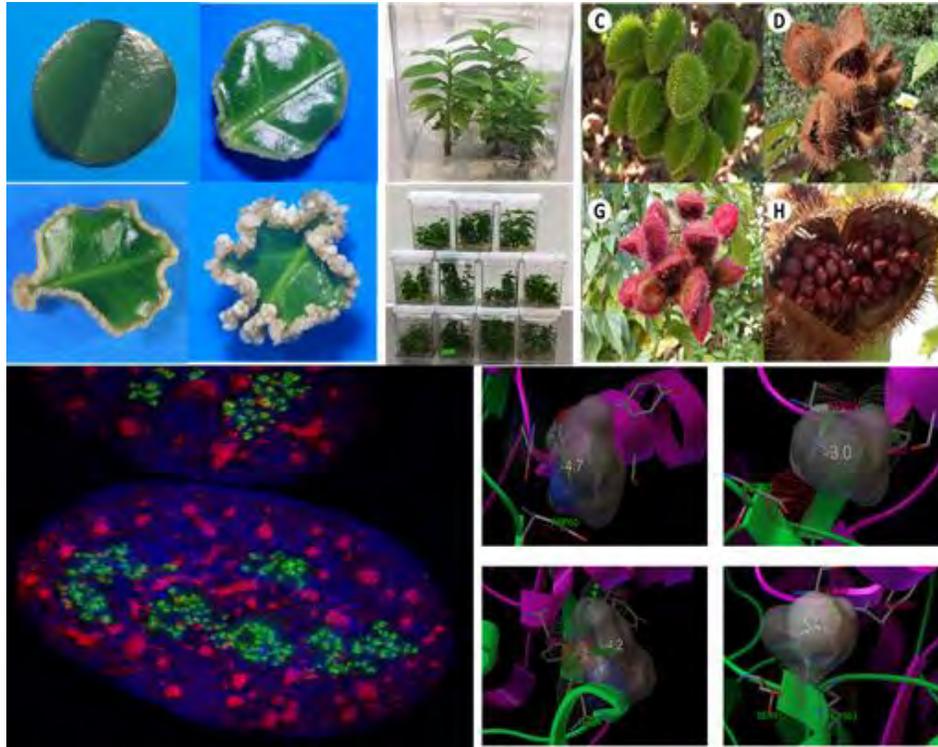


Figura 6. Modelos de investigación en la UBBMP en el 2021

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.

Cabe señalar que en la Unidad se ubica el equipo de microscopía confocal, cuyo responsable técnico (M.C. Ángela Ku) es miembro de la Sociedad Mexicana de Microscopia y vicepresidenta de la Sociedad Mexicana de Histología. A través de estas responsabilidades, se pudo impartir diferentes seminarios a toda la comunidad científica, del sureste y de México, así como cursos de capacitación de microscopía óptica y de fluorescencia. Esto contribuyó a la visibilidad del CICY y de nuestra unidad.

En este año se aprobó la propuesta titulada: “Fortalecimiento de las capacidades en técnicas de fluorescencia y cromatográficas para el estudio de biomoléculas de interés





como acción para potenciar la investigación científica de frontera en el sureste mexicano”, la cual se presentó dentro de la Convocatoria Apoyos a la Ciencia de Frontera: Fortalecimiento y Mantenimiento de Infraestructuras de Investigación de uso común y capacitación técnica 2021. Esta propuesta tuvo como objetivos fortalecer en la región sureste de México la infraestructura para la identificación y la determinación de metabolitos de interés, a través de técnicas de fluorescencia y cromatográficas, incidir en la calidad y en la obtención de conocimiento de frontera que ayuden a comprender problemas biológicos complejos, particularmente en especies vegetales de importancia agroindustrial y fomentar la capacitación del personal en estas áreas del conocimiento en el sureste de México.

Este proyecto permitió la adquisición de un estereomicroscopio Leica modelo M205FA, el cual permite un intervalo amplio de magnificaciones muy por encima de estereoscopios convencionales y, en muchos de los casos, de mucha mejor calidad que los microscopios de fluorescencia normales. Asimismo, se pudo modernizar el microscopio Confocal FV1000 de Olympus que incluyó la incorporación de una platina motorizada, así como de un objetivo 4X; con esta modernización se podrán realizar evaluaciones *in vivo* para llevar a cabo análisis funcionales, así como lograr imágenes panorámicas de un grupo de células. Se adquirió también, el instrumento UHPLC Ultimate 3000RS que es un equipo especializado y diseñado para ser acoplado a módulos para colectar sistemáticamente muestras de una purificación o resolución analítica, ya sea de péptidos o metabolitos Figura 23.

La infraestructura adquirida a través de este proyecto fue benéfica para la región sureste, la Unidad de Bioquímica y Biología Molecular y demás Unidades del CICY, ya que se podrá acelerar la localización, identificación y separación de biomoléculas de interés, así como llevar a cabo estudios que con el equipamiento actual no es posible, todo ello impactando en la calidad de la investigación y de los productos generados, contribuyendo de manera sólida a la generación de conocimiento científico no sólo de alto nivel, sino también que tenga incidencia en el bienestar de la sociedad, puesto que se usan modelos biológicos de importancia agroindustrial, permitiendo que otros grupos de investigación del CICY, así como de otros centros de investigación y universidades de la región se vean beneficiados con estas tecnologías, impactando fuertemente en el aumento de las colaboraciones entre diferentes grupos. De igual manera, se espera que este fortalecimiento del área de microscopía de fluorescencia y de cromatografía de líquidos logre atraer a estudiantes de





la región, del país y del extranjero, lo cual permitiría que el posgrado del CICY se vea favorecido.



Figura 7. Fortalecimiento de las capacidades en técnicas de fluorescencia y cromatográficas para el estudio de biomoléculas de interés en el sureste mexicano.

Asimismo, durante este año 2021 se desarrollaron metodologías y protocolos específicos para propagar *in vitro* variedades seleccionadas de importancia regional para la península de Yucatán, como fueron palma jipi y piña, además de la generación de semillas híbridas de chile habanero. Gracias al avance de estos protocolos, se trabajó en la elaboración de dos propuestas. La primera, titulada: "Producción de semilla de un híbrido y de dos variedades mejoradas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en la Unidad Productora de semilla (UPS) del CICY", en la que se pretendió poner a disposición semillas híbridas obtenidas a partir de chile habanero de la región, de alta calidad, alto rendimiento, productividad y elevada pungencia, lo cual repercutirá indudablemente en el bienestar de muchas familias que dependen de este cultivo. Por otro lado, este proyecto llevará como beneficio adicional para las comunidades, la capacitación de un grupo de mujeres de cada una de estas comunidades, las cuales podrán desarrollar productos derivados de chile habanero, solo (salsa, pasta, polvo) o combinado con otros productos agrícolas (piña,





papaya, etc.). Contribuyendo a un impacto social y económico muy importante para las familias que integran estas comunidades, a través del emprendimiento social.



Figura 8. Híbrido de chile habanero generado en la UBBMP

La segunda propuesta integral titulada “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” tiene como objetivo principal 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. Dentro de los resultados e impacto que se esperan a partir de este proyecto se encuentran: 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 9. En la parte superior se presentan los diferentes eslabones de la cadena agro-artesanal de las artesanías jipi japa. En la parte inferior se muestran el enfoque multidisciplinario con el cual se abordará el desarrollo del proyecto

Adicionalmente, se avanzó en el proceso de reestructuración de las líneas de investigación de la Unidad, teniendo siempre presente las demandas actuales de política pública para México. Se creó una comisión integrada por los miembros del Comité Académico de la Unidad (CAU), además de dos profesores de la Unidad, los cuales han estado elaborando una propuesta de reestructuración, y sus avances se han presentado a las y los investigadores de la Unidad para su discusión y mejora. Aún se continúa trabajando en este proceso.

La producción científica que se generó en la UBBMP fue de 33 publicaciones, divididas en 19 artículos indizados, todos en revistas indexadas con un factor de impacto promedio de 3.69, 4 capítulos como autor de correspondencia y 10 artículos de divulgación.

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las cuatro líneas de investigación de la UBBMP para el año 2021 fueron los siguientes:



Interacción planta-ambiente

Esta línea de investigación contó con la participación de 7 investigadores y 3 proyectos en ejecución, la Dra. Luisa López Ochoa continuó con el proyecto “Diseción molecular de los componentes genómicos de PMeV-Mx, un virus similar a umbravirus asociado a meleira de la papaya en México” y de igual forma el Dr. Ignacio Islas continuó trabajando en el proyecto “Análisis de semillas de cocotero (*Cocos nucifera* L.) con diferente grado de madurez para determinar el efecto del proteoma y el metaboloma en la calidad del endospermo líquido y sólido”. El Dr. Oscar Moreno Valenzuela, continuó con la colaboración CICY-INECOL, en el proyecto “Búsqueda de alternativas biológicas para el control y manejo integrado de los TRIPS en el cultivo de aguacate”. La Dra. Georgina Estrada Tapia concluyó en este 2021, una estancia sabática en la UNAM, en el Instituto de Química, reforzando el área de estructura de proteínas, cuyo conocimiento fue transmitido a los técnicos y estudiantes en cursos especializados. Igualmente, la Dra. Ileana Echevarría fue la responsable técnica del proyecto de Infraestructura descrito anteriormente, el cual concluyó el 30 de noviembre del presente año.

Metabolismo secundario e ingeniería metabólica

Esta línea de investigación contó con 4 investigadores y 3 proyectos de investigación vigentes. Los proyectos ejecutados durante este primer semestre fueron el del Dr. Gregorio Godoy Hernández, FOSEC SEP “Análisis del transcriptoma relacionado con la biosíntesis de isoprenoides en *Pentalinon andrieuxii* (Apocynaceae)”. El Dr. Enrique Castaño titulado “Análisis bioquímico y molecular de la biosíntesis de betalainas en *Stenocereun queretaroensis*, una cactácea mexicana”. El Dr. Felipe Vázquez Flota es el responsable técnico del proyecto “Localización de los sitios de síntesis y acumulación de alcaloides bencilisoquinólicos en *Argemone mexicana* L. (chicalote)”.

Morfogénesis y regulación génica

En esta línea de investigación se contó con la participación de 5 investigadores y tuvo 4 proyectos de investigación. El Dr. Víctor M. Loyola Vargas fue responsable del proyecto “Generación de estrategias científicas, tecnológicas con un enfoque multidisciplinario e interinstitucional para afrontar la amenaza que representan los complejos ambrosiales en los sectores agrícolas y forestales de México”. Igualmente, se encuentran en ejecución los dos proyectos del Dr. Víctor 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 comosus*Berk) de alta calidad integrando métodos biotecnológicos con los métodos tradicionales de manejo de cultivos empleados en las áreas de producción”. El impacto de este proyecto se relaciona con el papel de la sociedad de productores de piña en la península de Yucatán; con pequeños productores (mujeres y hombres). Actualmente, se tienen establecidas dos parcelas experimentales con las vitroplantas generadas en CICY, una de ellas en colaboración con la Universidad Tecnológica del Mayab en Peto y otra con productores de piña de Bacalar (Quintana Roo).



Figura 10. Parcelas experimentales de piña en Peto y Quintana Roo; a y b parcelas experimentales. c piña producida por tecnología CICY-UBBMP. d-f, caracterización de los parámetros de crecimiento

De igual forma, El Dr. Gregorio Godoy desarrolló durante este año 2021, una técnica de micropropagación eficiente de *Carludovica palmata*, la conocida palma jipi, que



contribuye a atender los problemas de la falta del material biológico a la que se enfrentan los agricultores de esta planta, que tienen como su actividad principal la artesanía.



Figura 11. Protocolo de micropropagación generado en el grupo del Dr. Godoy-UBBMP.

Genética vegetal

En esta línea de investigación se contó con la participación de 3 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*).

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. En lo que corresponde a proyectos de investigación, la Unidad tuvo 16 proyectos con un enfoque biotecnológico.

Durante el año 2021 la UBT registró 41 publicaciones, de las cuales 25 fueron artículos indizados, incluidas revistas con un factor de impacto mayor a 4 (de acuerdo al Journal Citation Reports) tales como “The Plant Cell” y “Journal of Applied Phycology”.





Figura 12. Investigación en la Unidad de Biotecnología durante 2021

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las líneas de investigación de la UBT para el año 2021 fueron los siguientes:

Agrobiotecnología

Esta línea de investigación está conformada por 11 investigadores y un investigador cátedra CONACYT; contó con 8 proyectos vigentes con enfoque biotecnológico, destacando el proyecto “Estrategias multidisciplinares para incrementar el valor de las cadenas productivas de café, frijol, mango, agave mezcalero y productos acuícolas (tilapia) en la región pacifico sur, a través de la ciencia, la tecnología y la innovación” de la convocatoria FORDECYT, teniendo como responsable técnico al Dr. Lorenzo Felipe Sánchez Teyer, 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 “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. Otro proyecto es el de “Insect-borne prokaryote-associated diseases in tropical and subtropical perennial crops” de la





convocatoria internacional de la Comunidad Europea, del Dr. Carlos Oropeza como responsable técnico. El proyecto de la convocatoria 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 y, por último, el proyecto de la convocatoria Ciencia Básica “Establecimiento de una estrategia de selección de agaves elite (A. Cupreata y A. Espadin) asistida por marcadores moleculares y cultivo in vitro”, realizado en colaboración con el CIESAS, siendo el responsable técnico el Dr. Lorenzo Felipe Sánchez Teyer. Adicionalmente, durante el año 2021 se dieron por finalizados los proyectos titulados “Impulso a la cadena de valor del cocotero para incrementar su competitividad y contribuir al desarrollo socioeconómico en la Región Pacífico Sur y otros Estados productores” de la convocatoria FORDECYT 2018, cuyo responsable técnico es el Dr. Carlos Oropeza Salín, y “Estudio del transcriptoma y proteoma de papaya (*Carica papaya* L.) en respuesta a estrés hídrico: identificación de genes con potencial para mejorar su eficiencia en el uso de agua”, de la convocatoria FOSEC-SEP, siendo responsable técnico el Dr. Jorge Santamaría.

Biotecnología de productos naturales

Esta línea de investigación está conformada por 5 investigadores y contó con 3 proyectos vigentes 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 se pueden mencionar el de “Valoración de los recursos vegetales, naturales y renovables de la península de Yucatán”, un proyecto de la convocatoria SEP-CONACYT-ANUIES-ECOS NORD Francia que tiene como responsable técnico al Dr. Luis Manuel Peña, y 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, se concluyó el proyecto “Estudio del origen biosintético de terpenoides con esqueleto campechano producidos por *Pentalinon andrieuxii* (*apocynaceae*)” de la convocatoria FOSEC-SEP, teniendo como responsable técnico al Dr. Luis Manuel Peña.

Biotecnología de microorganismos

Esta línea de investigación tuvo la participación de 7 investigadores y 5 proyectos que se centran en la obtención y la caracterización de macromoléculas con potencial aplicación





industrial, utilizando herramientas moleculares y bioquímicas. Uno de los proyectos vigentes, de la convocatoria de Investigación Científica Básica, titulado “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*”, es liderado por la Dra. Virginia Aurora Herrera Valencia. Asimismo, 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, tiene a la Dra. Ingrid Aileen O’Connor Sánchez como responsable técnica del CICY. Este grupo también cuenta con 2 proyectos recientemente aprobados de la convocatoria 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”, un proyecto que pretende transitar a futuro en trabajos con proteínas distintas para cubrir varias cepas como en las vacunas actuales, teniendo como colaborador principal del proyecto por parte del CICY a la Dra. Aileen O’Connor Sánchez, y “Filogenómica, bioquímica y papel biológico de las sintasas de ácido hialurónico en hongos filamentosos” siendo colaborador principal del proyecto por parte del CICY el Dr. Jorge Humberto Ramírez Prado, quien adicionalmente obtuvo como responsable técnico un proyecto aprobado a finales del 2021 en la convocatoria Área de Conservación Kekén, con el título “Inventario de la diversidad de hongos macromicetos del área de conservación Kekén.

Unidad de Recursos Naturales (URN)

La Unidad de Recursos Naturales realiza estudios que contribuyen a la conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales de Mesoamérica, en particular de México y muy especialmente, de la península de Yucatán. También se dedica al estudio de la biodiversidad en sus diferentes niveles: ecosistemas, paisajes, especies,





poblaciones y genes de diversos grupos de organismos, dentro de las áreas geográficas antes señaladas.

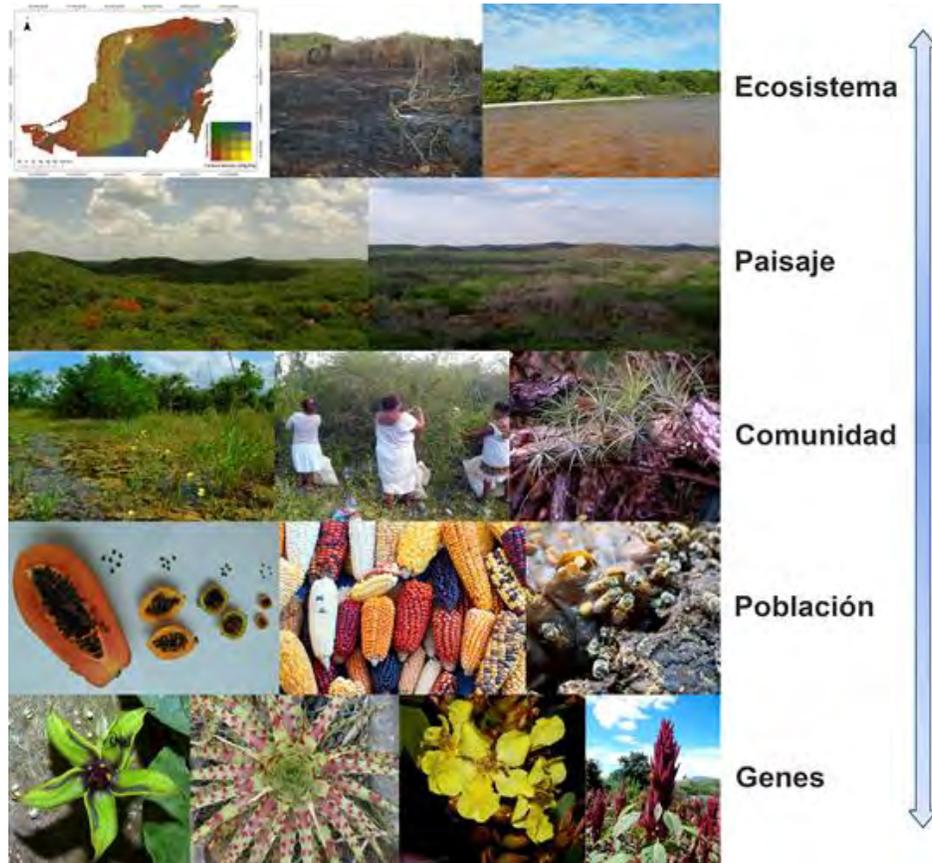


Figura 13. Investigación en la Unidad de Recursos Naturales durante 2021.

La URN cuenta con 4 líneas de investigación: Agrobiodiversidad para la Sustentabilidad Ecológica y Cultural, Sistemática y Florística, Cambio Global en Ecosistemas Neotropicales y Servicios Ambientales de la Biodiversidad. La URN también tiene a su cuidado, la mejor colección de plantas herborizadas de la península de Yucatán (Herbario CICY), el herbario más grande del Sureste de México. 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 arbitradas.

Durante el año 2021, la unidad participó en el megaproyecto del Tren Maya para la península de Yucatán. Investigadores y técnicos académicos son parte del grupo de trabajo FONATUR-Tren Maya a través de dos proyectos: “El estudio y uso del árbol del ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.)”, y como parte del grupo “Vinculación Científica del Tren Maya”, contribuyó en el segundo proyecto titulado: “Criterios de cambio climático para la selección de especies de árboles para el cinturón de mitigación del Tren Maya”.

Adicionalmente, el personal académico participó en un grupo multidisciplinario “Grupo CONACYT Territorios del Tren Maya”, cuyo objetivo ha sido evaluar los problemas socio ambientales de los territorios por donde pasará el Tren Maya, así como proponer proyectos que contribuyan a hacer una planeación que respete el ambiente, los recursos naturales y que tome en cuenta la vulnerabilidad de la península en cuanto a sus sistemas naturales.

Otras actividades relacionadas fueron; la revisión editorial para el libro de diagnóstico titulado “Voces divergentes: riesgos previsibles sobre el Tren Maya, posturas independientes”, editado por ECOSUR y CONACYT, el cual va dirigido al público en general. Adicionalmente se participó en la ejecución de 2 pre-proyectos de la convocatoria PRONAI (Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia), aprobados en su primera fase, y que han incluido reuniones con actores del gobierno y de la sociedad en general para discutir la situación ambiental de la península de Yucatán y el futuro esperado por los diversos actores.

Los resultados del proyecto “Estimación de Biomasa aérea en bosques tropicales de la península de Yucatán, utilizando datos de campo y sensores remotos”, financiado por Ecometrica LTD y la Agencia Espacial Británica como parte del proyecto Forests 2020, han tenido gran impacto. Generó datos de biomasa que se utilizaron en 3 niveles: el Gobierno Federal, el Gobierno Estatal y con comunidades rurales a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), teniendo como alcance la capacitación del personal técnico de la CONAFOR en el mapeo de la biomasa.



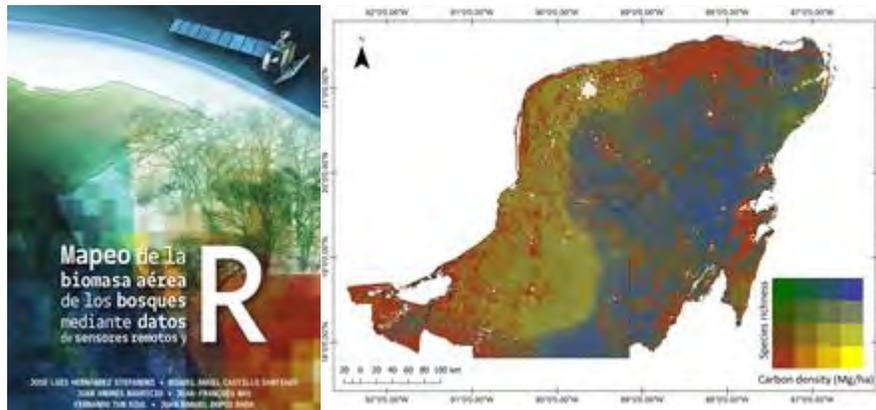


Figura 14. Libro publicado y mapa sobre diversidad de especies y densidad de carbono.

Derivado de los resultados de este proyecto, la URN tuvo además la oportunidad de participar durante el 2021 en los talleres del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY). Las contribuciones de los datos del proyecto han sido remarcables, tal es así que la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado, responsable de la coordinación de la actualización del POETY, solicitó las Bases de Datos Regionales sobre la Densidad de Masa Aérea y la Base de Datos Regionales sobre Riqueza de Especies de la Flora, para ser incorporados en la actualización. Asimismo, la metodología empleada para mejorar la precisión de los mapas se usó para calcular factores de corrección en la estimación de factores de emisión de gases de efecto invernadero por parte del Estado de Yucatán. Por último, el mapa de biomasa generado en el proyecto fue utilizado para generar mapas comunitarios de carbono en varios ejidos en la península de Yucatán por las oficinas del Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del PNUD en México (Figura 14). Otro importante producto de este proyecto es la publicación del libro, cuyos autores fueron Hernández-Stefanoni, José Luis, Miguel Ángel Castillo Santiago, Juan Andrés Mauricio, Jean-François Mas, Fernando Tun Dzul, Juan Manuel Dupuy Rada, con el título “Mapeo de la biomasa aérea de los bosques mediante datos de sensores remotos”, por El Colegio de la Frontera Sur y Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. México. 128 p. (Figura 14).

Otro aspecto relevante en 2021, fue la renovación del convenio de colaboración del CICY con la Reserva Biocultural Kaxil Kiuic, pues con ello se obtendrá continuidad en la colaboración sostenida por más de 10 años, en la que hemos sido socios de investigación, obteniendo importantes hallazgos que han aportado datos de referencia para el conocimiento ecológico, como es la retención del dióxido de carbono de la selva.





Referente a la productividad académica, se generaron durante el 2021 un total de 68 publicaciones científicas, de las cuales 39 fueron publicadas en revistas indizadas, 5 artículos no indizados, un libro, 4 capítulos de libro y 19 artículos de divulgación. Se contaron con 11 proyectos de investigación, de los cuales 4 concluyeron durante el periodo que se reporta; asimismo, se sometieron propuestas a varias convocatorias y estamos a la espera de los resultados.

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las cuatro líneas de investigación para el año 2021 fueron los siguientes:

Agrobiodiversidad para la Sustentabilidad Ecológica y Cultural

Esta línea contó con 4 investigadores y 3 proyectos vigentes: “Fortalecimiento del papel etnobiológico del Jardín Botánico Regional Roger Orellana” (Fordecyt-Pronaces) como responsable técnico al Dr. Jaime Martínez y la Dra. Azucena Canto. El proyecto titulado “Utilizando genómica del paisaje para evaluar adaptación local en poblaciones silvestres de papaya (*Carica papaya*) en su centro de origen” (FONSEC SEP-Conacyt) de la Dra. Mariana Chávez. De igual manera el proyecto “Conservación, uso sostenible, incremento de la capacidad productiva y revalorización de la Milpa Maya en Yucatán” (FOMIX-Yucatán) que tiene como responsable técnico al Dr. Javier Mijangos y al Ing. Miguel Fernández. Adicionalmente, se colaboró de forma exitosa en el IV Foro sobre el aprovechamiento del árbol del ramón y el Tren Maya, con la participación de múltiples instituciones; el Primer Foro sobre el aprovechamiento del ramón, con gran alcance regional, nacional e internacional; y el Segundo festival del árbol del ramón orientado a la producción sustentable de alimentos con base en la semilla de ramón. Durante el mes de diciembre, se organizó el 3er Congreso Mexicano de Fisiología Vegetal en formato virtual y gratuito.

Cambio Global en Ecosistemas Neotropicales

Esta línea de investigación tuvo la participación de 4 investigadores y 3 proyectos. “¿Pueden las señales genómicas de adaptación local a sitios de reproducción, ayudar a predecir asociaciones microclimáticas en sitios invernales?” (UC MEXUS-Conacyt), liderado por el Dr. Richard Evan Feldman. Asimismo, el proyecto titulado: “Monitoreo de los efectos del cambio climático sobre duna costera, manglar y selvas estacionalmente secas, utilizando a las bromeliáceas epifitas como indicadores” cuya responsable técnica es la Dra. Casandra





Reyes y finalizó en el año 2021. El proyecto “Estimación de la biomasa aérea en bosques tropicales de la Península de Yucatán, utilizando datos de campo y sensores remotos”, del Dr. José Luis Hernández Stefanoni como responsable técnico, mismo que finalizó en el 2021.

Servicios Ambientales de la Biodiversidad

Esta línea contó con 3 investigadores y 1 proyecto que fue aprobado en la convocatoria Ciencia de Frontera 2021, el proyecto tiene por título: “Enfoques moleculares para el conocimiento y conservación de la biodiversidad del sureste de México”, como Responsable Técnico a la Dra. Azucena Canto y cerró en el año 2021. Asimismo, la Dra. Azucena Canto sometió un proyecto titulado “Conservación de los saberes e insumos de la medicina tradicional: Red de jardines medicinales en Yucatán” en la convocatoria Proyecto nacional de investigación e incidencia (PRONAI) en medicina tradicional y herbolaria, fondo F003 “Programas nacionales estratégicos de ciencia, tecnología y vinculación con los sectores social, público y privado”, y se está a la espera de resultados.

Sistemática y Florística

La línea contó con 4 investigadores y tiene a su cargo el Herbario CICY y la Flora Digital de la península de Yucatán. Asimismo, se contó con 4 proyectos de Ciencia Básica: “La diversificación de *Hechtia* Klotzsch (Bromeliaceae) y su colonización de Megaméxico: evidencia filogenética, filogeográfica y la exploración de patrones en el espacio geográfico, ecológico y morfológico”, cuya responsable técnica es la Dra. Ivón Ramírez. El proyecto titulado: “Endemic species in small freshwater lagoons in the Yucatan Caliche” financiado por el Botanic Gardens Conservation International, tiene como responsable técnico al Dr. Rodrigo Duno de Stefano. Asimismo, 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 cultivos” (Convocatoria Ciencia de Frontera). Finalmente, se firmó un Convenio Marco de Colaboración, Académica, Científica y Tecnológica, con el Grupo Porcícola mexicano, S.A. de C.V, liderado por el Dr. Germán Carnevali, donde el proyecto “Listado florístico digital ilustrado del Área de Conservación Kinchil, Yucatán”, obtuvo financiamiento.

Es importante resaltar, que durante 2021 se organizó también el III Taller de Curadores de Herbarios del Sureste Mexicano, integrado por un grupo de 13 herbarios, que colaboran en pro del conocimiento de la biodiversidad de esta región del país. Asimismo, se organizó un





Webinario sobre amaranto: un alimento prehispánico, con participación de la academia y diferentes comunidades de agricultores de la zona maya de México y Guatemala.

Unidad de Materiales (UMAT)

La UMAT genera conocimiento, forma recursos humanos de alto nivel y desarrolla tecnologías en el área de materiales poliméricos, con el fin de contribuir a la solución de problemas en el ámbito local, nacional e internacional, mediante la investigación básica y aplicada, la vinculación con el sector social y productivo, y la difusión de los logros científicos y tecnológicos. Sus líneas de investigación son: Materiales Compuestos y Nanomateriales, Materiales para Medicina Regenerativa, Materiales para Aplicaciones Especializadas y Reciclado y Procesamiento de Materiales. Algunos ejemplos de los resultados logrados se ilustran en la Figura 15.

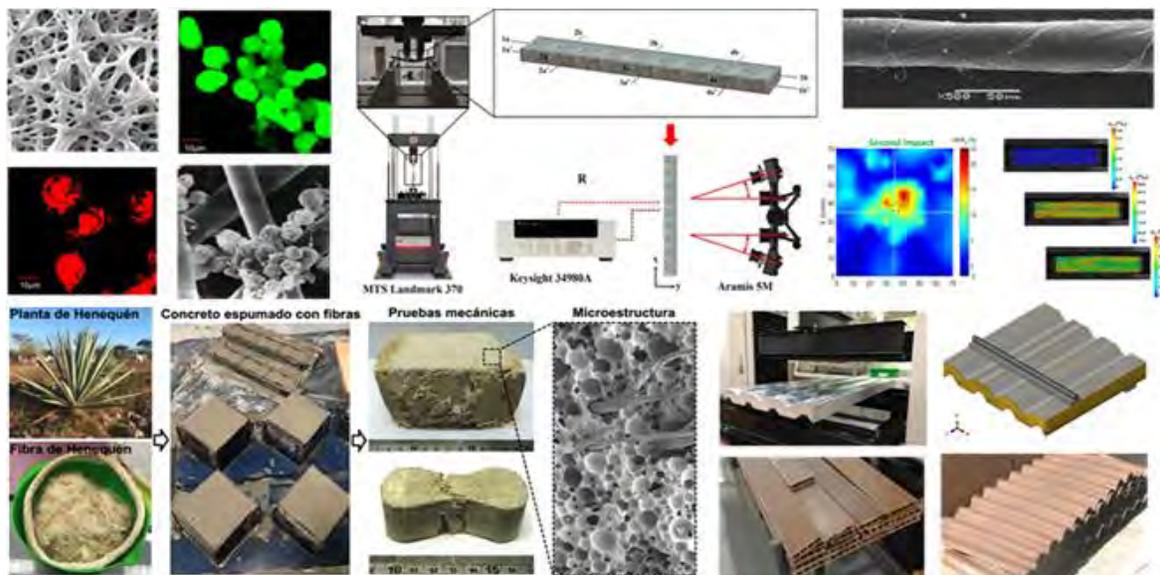


Figura 15. Investigación en Unidad de Materiales durante 2021.

La Unidad de Materiales contó durante 2021 con un total de 6 proyectos de investigación. Como parte de la productividad académica, se generaron durante 2021 un total de 58 publicaciones científicas, de las cuales 37 artículos fueron publicados en revistas indexadas internacionales, 9 artículos no indexados, 2 capítulo de libro y 10 artículos de divulgación.



En el mes de abril de 2021 se sometió el proyecto “Apoyo para el mantenimiento de la infraestructura de investigación del laboratorio de caracterización de materiales poliméricos de la UMAT del CICY A.C.” dentro de la convocatoria 2021 “Apoyos a la ciencia de frontera: fortalecimiento y mantenimiento de infraestructuras de investigación de uso común y capacitación técnica 2021” el cual fue aprobado, permitiendo la continuidad en el funcionamiento de los equipos de la UMAT, así como la colaboración intrainstitucional y estatal de incidencia..

Durante el año 2021, la Unidad contó con 8 posdoctorantes, los cuales participaron activamente en la formación de recursos humanos.

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las cuatro líneas de investigación para el año 2021 fueron los siguientes:

Materiales Compuestos y Nanomateriales

Esta línea de investigación contó con la participación de 7 investigadores, un investigador cátedra Conacyt y con 4 proyectos. Los proyectos “Estudio de materiales compuestos biomiméticos con estructura jerárquica usando simulaciones computacionales avanzadas” de la convocatoria Ciencia Básica, y el proyecto “Desarrollo de materiales compuestos livianos con aplicaciones estructurales para zonas sísmicas” (Convocatoria FOINS), estuvieron bajo la responsabilidad del Dr. Emmanuel Flores Johnson. Es importante resaltar, que este último proyecto tiene un gran potencial en caso de desastres, economía y generación de empleos por estar relacionado con la industria de la construcción y desarrollo sostenible regional, ya que emplea materiales compuestos, amigables al medio ambiente, de concreto espumado reforzado con fibras de Henequén y fue presentado en el “FORO DE TECNOLOGÍAS CON APLICACIÓN EN EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN 2021”. El tercer proyecto fue “Integrated thermo-mechanical monitoring of composites using carbon nanotube yarns” a cargo del Dr. Francis Avilés Cetina, financiado por el US NAVY. Finalmente, el último proyecto de esta línea de investigación fue “Apoyo para el mantenimiento de la infraestructura de investigación del laboratorio de caracterización de materiales poliméricos de la UMAT del CICY A.C.” que estuvo bajo la responsabilidad del Dr. Alex Valadez González.

Reciclado y Procesamiento de Materiales





Esta línea de investigación contó durante el 2021 con la participación de 3 investigadores y un ingeniero. Se presentó la solicitud “Propuesta interdisciplinaria de vivienda sustentable para reducir la vulnerabilidad social de la población periurbana de la ciudad de Mérida, Yucatán” en la convocatoria PRONACES, para la elaboración de propuestas de proyectos de investigación e incidencia para una vivienda adecuada y acceso justo al hábitat, liderada por el Dr. Ricardo Herbé Cruz, con la participación y conformación de una pentahélice de la UADY, el IVEY, la UNAM-ENES Unidad Mérida y FabCity Yucatán, A.C.

Materiales para Medicina Regenerativa

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

Materiales para Aplicaciones Especializadas

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

Unidad de Ciencias del Agua (UCIA)

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



del recurso hídrico, la conectividad entre los ecosistemas acuáticos y la conservación de la biodiversidad, todo ello en el contexto de los escenarios de cambio climático.

La UCIA en el 2021 generó un total 21 artículos de investigación; de los cuales 8 son indexados con un factor de impacto promedio de 1.76.

En lo que corresponde a proyectos de investigación, la Unidad contó con 7 proyectos. Los proyectos están asociados a las dos líneas investigación de la Unidad y se distribuyen de la siguiente manera: 5 proyectos en la línea de Seguridad hídrica en sistemas socioambientales; el primero de la convocatoria Research Experience for Undergraduates (REU) de la Universidad del Norte de Illinois NIU (Vigente), el segundo de la convocatoria del Fondo Sectorial SEMAR-CONACYT, el tercero de la convocatoria de Ciencia Básica, el cuarto en la convocatoria FORDECYT 2019-01 y el quinto de la convocatoria de la empresa Grupo Porcícola Mexicano S.A. de C.V..

La línea de Sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos contó con 2 proyectos durante el 2021; el primero en la convocatoria Demanda-Estabilidad ambiental del virus SARS-CoV-2 – CONACYT, y el segundo de la convocatoria de la empresa Grupo Porcícola Mexicano S.A. de C.V.

Durante el mes de abril de 2021 se firmó el convenio general de colaboración académica, científica y tecnológica con el Instituto de Estudios del Acuífero Maya, con el objeto de unir esfuerzos para organizar y desarrollar actividades y proyectos académicos en el ámbito de sus competencias, para la protección y conservación del agua y de los ecosistemas de la península de Yucatán.

En este año también se firmó el convenio con la Universidad Anáhuac de Cancún, con quien se estrecharon lazos y colaboraciones que nos permitieron realizar la V Reunión Anual de la Asociación de Estudios sobre el Karst (AMEK).

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





- Comité Técnico de Agua Subterránea de Mérida Yucatán (COTASMEY).
- Registro de Evaluadores Acreditados (RCEA) de convocatorias CONACYT.
- Sociedad Mexicana Florecimientos Algales Nocivos (SOMEFAN).
- Red Temática para el Estudio de los Florecimientos Algales Nocivos.
- Consejo Asesor del Parque Nacional Isla Contoy.
- Comité de Expertos del Sistema Estatal de Investigadores del COQCYT.
- Sociedad Mexicana de Virología A.C.
- Comité de Cuenca de Solidaridad (CS) del Consejo de Cuenca de Península de Yucatán (CCPY).
- Grupo Especializado de Trabajo en Saneamiento (GETS) del Comité de Cuenta de la Península de Yucatán (CCPY).
- Consejo Técnico Asesor (CTA) de Sargazo del Estado De Quintana Roo
- Sector Investigación del CICY ante el Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán (CCPY).
- Sociedad Ictiológica Mexicana.
- 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 Asesor del Parque Nacional Arrecife Alacranes.
- Consejo de Cuenta de la Península de Yucatán. Grupo Especializado de Trabajo en Humedales en Quintana Roo (GETHUM).
- Comité de Evaluadores del COQCYT.
- Red de Ecosistemas Costeros del Suroeste (RECORECOS).
- Red Nacional de Información e Investigación en Pesca Y Acuicultura (RNIIPA).
- 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.

La UCIA participó en el Congreso Internacional de Parasitología Neotropical-COPANEO 2021, donde se habló de la detección de virus en ambientes acuáticos. A su vez, también se participó en la Semana Nacional del Conocimiento Yucatán 2021 y se expuso en el Festival Nacional por el Agua y los bosques, los resultados de investigación de la Dra. Cecilia Hernández Zepeda, denominada "Identificación de SARS CoV2 en Aguas Residuales".

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las dos líneas de investigación para el año 2021 fueron los siguientes:





Sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos

Esta línea tuvo 3 investigadores y un investigador Cátedra Conacyt. En el año 2021, se reportaron 2 proyectos, uno de la convocatoria de Apoyo para Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Salud ante la contingencia por Covid-19, titulado “Detección del SARS-CoV-2 en matrices ambientales y validación de un sistema novedoso de tratamiento bioelectroquímico para disminuir concentraciones virales en descargas de agua”, siendo la responsable técnica la Dra. Cecilia Hernández Zepeda; y el segundo proyecto de la convocatoria de la empresa Grupo Porcícola Mexicano S.A. de C.V., titulado “Diversidad de las microalgas planctónicas en los cenotes de la área de conservación Kekén (ACK)”, siendo responsable técnico el Dr. Antonio Almazán Becerril.

Seguridad hídrica en sistemas socio-ambientales

Esta línea de investigación tuvo un investigador , 3 investigadores Cátedra Conacyt y 5 proyectos; el primer proyecto fue de la convocatoria NIU-REU Grant, titulado “Water Quality in the Yucatán Peninsula”, el segundo proyecto de la convocatoria del Fondo Sectorial SEMAR-CONAYT 2019-01, titulado “Estudios técnicos de caracterización de sargazo orientados a la generación de normatividad asociada a riesgos y a su potencial aprovechamiento productivo”, liderados por la Dra. Rosa María Leal Bautista. El tercer proyecto fue de la convocatoria Ciencia Básica CONACYT, titulado “Línea de Agua Meteórica de la Península de Yucatán”, siendo responsable técnico el Dr. Eduardo Cejudo Espinosa; el cuarto proyecto de la convocatoria FORDECYT 2019-01, titulado “Redes ciudadanas para resolver los obstáculos en el acceso al agua y saneamiento en comunidades irregulares periurbanas en la Península de Yucatán”, siendo responsable técnico el Dr. Diego Armando Casas Beltrán. El quinto proyecto fue de la convocatoria de la empresa Grupo Porcícola Mexicano S.A. de C.V., titulado “Estudios hidrogeofísicos en el área de conservación Kekén”, siendo responsable técnico el Dr. Jorge Adrián Perera Burgos.

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.





Referente a la productividad académica, durante el año 2021 la UER tuvo 41 publicaciones: 26 fueron artículos en revistas indizadas en Journal Citation Reports (JCR), 1 capítulo de libro y 14 artículos de divulgación. Los artículos científicos, tuvieron un factor de impacto promedio de 3.93.

Durante este periodo la UER contó con 3 investigadores postdoctorales, quienes contribuyeron académicamente a las actividades sustantivas de la Unidad.

La UER avanzó durante este año, hacia la elaboración y participación en proyectos más cercanos a las necesidades sociales y económicas que demanda el país, como es el caso del proyecto FORDECYT-PRONACES “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), como parte de este proyecto la UER pretende realizar una transferencia de tecnología denominada “Turbina Híbrida con Autoarranque para la Extracción de Energía Mediante Corrientes de Flujo de Agua o Aire” No. de patente MX/a2019/00850., Este desarrollo tecnológico tiene un impacto social y ambiental muy importante puesto que apoyará a la generación de energía en pequeñas comunidades para autoconsumo, impactando directamente en las poblaciones aisladas de la red eléctrica nacional, ya que es un servicio con el que actualmente no cuentan. Además, con el empleo de esta tecnología se pretende reducir enormemente los costos de producción de energía en comparación con las centrales hidroeléctricas, puesto que no necesitan construir grandes obras de ingeniería civil, también se cuida el medio ambiente ya que no se utilizan combustibles fósiles, además, esta tecnología no tiene un impacto sobre el ecosistema, conservando el componente ambiental.

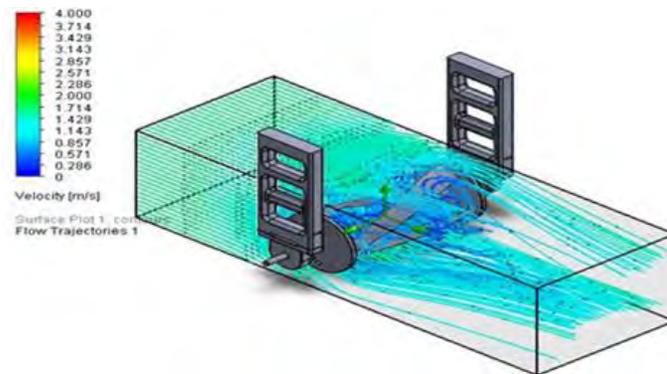


Figura 16. Prototipo de la turbina THARD.

Otro proyecto importante en el que participó la UER es “Estudios técnicos de caracterización de sargazo orientados a la generación de normatividad asociada a riesgos y a su potencial aprovechamiento productivo” del fondo SEMAR-CONACYT. El cual permitió fortalecer el equipamiento de la línea de generación y/o aplicación del conocimiento “bioenergía”, permitiendo así alcanzar resultados muy importantes para el manejo, aprovechamiento del Sargazo y elaboración de políticas públicas, sobre este tema, para México y toda la zona del Caribe.

Es importante señalar que la Unidad de Energía Renovable tuvo una participación activa a nivel estatal, donde el Dr. Luis Carlos Ordoñez, en representación de CICY formó parte del Consejo de Energía Renovable del Estado de Yucatán, en donde se elaboró el acuerdo 31/2020 con los lineamientos para la eficiencia energética en los edificios públicos del gobierno del estado de Yucatán, esto fue publicado el 18 de enero del 2021 en el Diario Oficial del Estado de Yucatán. Además, participó en los talleres de ordenamiento territorial de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS) en el tema de Energía, y 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 (Secretaría de Fomento Económico y Trabajo).

Durante este año, la UER tuvo acercamientos con diferentes oficinas gubernamentales, como las oficinas del gobierno de Estados Unidos, incluyendo el Servicio de Comercio Exterior, la Agencia para el Desarrollo y el Comercio, el Departamento de Energía y la oficina de Energía de la Embajada americana, además del Consulado americano en Mérida. También se recibió la visita de un representante de ciencia y tecnología del gobierno del



Salvador, interesados en nuestras instalaciones con la finalidad de buscar colaboraciones entre las instituciones educativas que se encuentran en su País.



Figura 17. Visita de las agencias de energía del gobierno de Estados Unidos a la Unidad de Energía Renovable. 8 de agosto de 2021.

De igual manera, como unidad tuvimos acercamientos con diferentes empresas nacionales e internacionales como fueron: Kekén, Poción Maya, Clean Water Services y Tierra Foods LTD, con las cuales se trabajó los convenios de confidencialidad para concretar proyectos de vinculación para el 2022.

Asimismo, durante el 2021 se trabajó en el proceso de reestructuración de las líneas de generación y/o aplicación del conocimiento de la UER, teniendo siempre presente las demandas reales de la sociedad y enmarcados en las políticas públicas para el México actual. Para esto, se creó una comisión integrada por los miembros del Comité Académico de la Unidad (CAU); actualmente se está trabajando en la propuesta para defenderla ante el CTCl de CICY.

Adicionalmente, a petición de la Dirección General de CICY, la UER realizó la producción de etanol al 70 %, con el azúcar que donó toda la comunidad del Centro, para ser usado por el personal como sanitizante líquido. Durante el 2021 se produjeron 220 L de etanol al 70%.





Figura 18. Producción de Etanol al 70% como sanitizante, para la comunidad del CICY durante el 2021

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las tres líneas de investigación de la UER durante el año 2021 fueron los siguientes:

Bioenergía

Esta línea de investigación contó con 4 investigadores y 2 proyectos: “SENER CEMIE-BIO-Clúster de biocombustibles gaseosos” bajo la responsabilidad técnica de la Dra. Liliana Alzate Gaviria, del cual se obtuvo durante el primer semestre del 2021 una solicitud de patente mexicana con número MX/a/2020/014322, titulada “CELDA DE ELECTRÓLISIS MICROBIANA CON BACTERIAS HALOTOLERANTES”. Con respecto al Licenciamiento con la empresa ROTOPLAS S.A.B. de C.V. la Dra. Liliana Alzate Gaviria, finalizó los compromisos con dicha empresa. Por su parte, los doctores Raúl Tapia Tussell y Liliana Alzate Gaviria, participaron en el proyecto “Estudios técnicos de caracterización de sargazo orientados a la generación de normatividad asociada a riesgos y a su potencial aprovechamiento productivo” del fondo SEMAR-CONACYT lo que permitió el fortalecimiento de esta línea de investigación con la compra de varios equipos especializados. En este proyecto se generaron resultados de gran importancia que permitió la valorización de esta macroalga bajo el concepto de biorrefinería, y su manejo para mitigar las emisiones de gases tóxicos a la atmósfera, que es un problema latente en la región desde el punto de vista económico y ambiental.

De igual forma la Dra. Alzate y el Dr. Tapia participaron conjuntamente con la UCIA en el proyecto: “Detección del SARS-CoV-2 en matrices ambientales y validación de un novedoso sistema de tratamiento bioelectroquímico para disminuir concentraciones virales”, donde





se demostró la presencia del genoma del SARS-CoV-2 en aguas residuales, estos resultados son importantes para la región.

Tecnologías electroquímicas para la energía

Esta línea de investigación contó con 3 investigadores y 2 proyectos. El proyecto “Consolidación del laboratorio de energía renovable del sureste (LENERSE)” segunda etapa, del fondo sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad-Energética cuya responsable técnica fue la Dra. Daniella Pacheco Catalán, es importante señalar que el proyecto LENERSE es un proyecto multidisciplinario donde participan 7 instituciones académicas del sureste de México (Instituto tecnológico de Cancún; UADY; 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 (FORDEYT-PRONACES/ 21077/2020) en el cual participan el IER-UNAM, CNIN-UNAM, CICATA-IPN, BUAP, FMI-UANL.

Sistemas Híbridos de Energía

Esta línea de investigación contó con la participación de 3 investigadores de Cátedras CONACYT que se encuentran en el séptimo año del programa, actualmente nombrado “investigadores por México” y 2 proyectos. Durante el 2021 el proyecto “Diseño, construcción e implementación de un vehículo submarino autónomo alimentado por energías renovables, para la localización, cuantificación y monitoreo del pez león, especie invasora en el Cribe Mexicano” de la convocatoria CONACYT-Problemas nacionales fue concluido exitosamente bajo la responsabilidad técnica del Dr. Víctor Ramírez Rivera, destacando la generación de dos patentes que se encuentran en trámite ante el IMPI (1- Turbina hidrodinámica THARD; 2- Sistema de transferencia inalámbrica para dos sistemas robóticos marinos).

De igual manera el proyecto “Microdispositivo para pruebas serológicas de la enfermedad por coronavirus (Covid-19) del fondo CONACYT - programa de apoyos para actividades científicas, tecnológicas y de innovación, apoyo para proyectos de investigación científica”, fue concluido exitosamente y el CICY contribuyó con la entrega de 2 prototipos de lectores de fluorescencia. Con base en este proyecto se otorgó la extensión a los dos investigadores





de estancia posdoctoral con el objetivo incrementar el nivel de los TRLs de la tecnología. El Dr. Luis David Patiño fungió como corresponsable técnico de dicho proyecto.

3.3 Logros Obtenidos

3.3.1 Colaboraciones / alianzas

El CICY impulsa y fortalece sus acciones de colaboración y gestión interinstitucional mediante diversas estrategias, acciones, alianzas estratégicas entre centros públicos, instituciones de educación superior, organismos públicos, privados y sociales mediante diversos proyectos, con el propósito de fortalecer el trabajo interdisciplinario, colegiado y la repercusión socio ambiental de la investigación y la transferencia de conocimiento.

Alianzas ante COVID-19

Ante la crisis sanitaria, el CICY continuó reforzando sus redes de colaboración y grupos de investigación en diversos temas, para impulsar investigación colaborativa y pertinente en torno al SARS-CoV-2.

Durante 2021, el CICY logró entregar resultados relevantes del proyecto “Detección del SARS-CoV-2 en matrices ambientales y validación de un novedoso sistema de tratamiento bioelectroquímico para disminuir concentraciones”, concluyendo que este estudio constituyó el primer monitoreo de SARS-CoV-2 en agua residual y agua ambiental en el sureste de México y los métodos utilizados pueden aplicarse para sentar las bases de la epidemiología basada en agua residual en el país, permitiendo determinar los tiempos de supervivencia del SARS-CoV-2 en diferentes matrices ambientales, especialmente en agua subterránea. Asimismo, el sistema bioelectroquímico en un TRL9, fue efectivo en la remoción de patógenos virales modelos, lo cual puede traer beneficios para usar este tipo de sistemas en aguas residuales con presencia de virus.

El CICY fue participante con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav), Unidad Monterrey, el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), Unidad Aguascalientes, en el proyecto “Microdispositivo para pruebas serológicas de la enfermedad por Coronavirus (COVID-19)”, obteniendo un microchip de bajo costo y su instrumentación, que pudo detectar la presencia de anticuerpos asociados al virus SARS-COV-2 en suero de 50 pacientes de forma simultánea y en un periodo corto de tiempo (30 minutos a 2 horas). La patente generada pertenece al CINVESTAV.





El proyecto de “Observatorio regional de gobernanza y coordinación social ante el COVID-19” (ORGA) continuó sus funciones, con el liderazgo de la ENES (Escuela Nacional de Estudios Superiores) Unidad Mérida UNAM y participación activa de CICY. Cabe mencionar que el proyecto que dio origen al ORGA fue concluido técnica y financieramente ante el CONACYT en febrero 2021, sin embargo, es una iniciativa anclada en Yucatán que continuará su trabajo en colaboración interinstitucional a mediano y largo plazo. En diciembre 2021 se editó el libro *Gobernanza local en tiempos de COVID-19* que hace un recuento de los resultados de ORGA, en el cual participó el CICY con el capítulo “Gobernanza local en la mira: la creación de un observatorio especializado para Yucatán”.



Figura 19. Portada del libro *Gobernanza local en tiempos de COVID-19*

De manera relevante, en Quintana Roo, la Unidad de Ciencias del Agua continuó coordinando el laboratorio acreditado ante el INDRE (Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos) para pruebas COVID-19 en colaboración con la Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de Quintana Roo y sector privado. Sin lugar a dudas, este logro significativo redundo en beneficio no solamente del Estado de Quintana Roo, sino de la región, por su ubicación estratégica, sobre todo por el incremento de la demanda en pruebas COVID-19.





Colaboración ante problemas regionales

Se fortaleció la alianza y cooperación en torno a la problemática de sargazo pelágico. En el marco del proyecto “Estudios técnicos de caracterización de sargazo orientados a la generación de normatividad asociada a riesgos y a su potencial aprovechamiento productivo”, coordinado por la UCIA y financiado por el Fondo Sectorial de la Secretaría de Marina (SEMAR), participan activamente a nivel interno la UER, y las instituciones externas de CIMAV (Centro de Investigación en Materiales Avanzados), la UACAM (Universidad Autónoma de Campeche) y la UNIMAYAB (Universidad ANÁHUAC Mayab). El proyecto finalizó en octubre de 2021 y ha permitido un trabajo permanente con usuarios, como la SEMAR, empresas públicas y privadas, el CONACYT y comunidades vulnerables al problema de Puerto Morelos, Quintana Roo. De igual manera, se mantuvo la participación en diversos grupos técnicos de trabajo, como el de posibles usos, lineamientos para sargazo pelágico, etcétera. En el segundo semestre de 2021 se realizó un ciclo en el Foro de Análisis CICY dedicado a sargazo, en el cual se tuvo la oportunidad de debatir y discutir varias perspectivas de la problemática a nivel regional e internacional. Coordinado por la Dirección de Investigación y en el marco de difusión y transferencia de resultados del proyecto, se realizaron 4 sesiones (13 de agosto, 23 de agosto, 3 de septiembre y 5 de noviembre) del ciclo “Sargazo, un fenómeno complejo” con la participación de diversos especialistas, como autoridades (federales y estatales) y responsables técnicos.

El objetivo central de los foros fue analizar las oportunidades y desafíos que representan los arribazones de sargazo pelágico en el Caribe Mexicano y los impactos ambientales, económicos y de gobernanza, con la participación de invitados que representaron distintos sectores involucrados: gobierno, academia, empresa y sociedad. Se buscó también a partir de este ciclo de foros realizar acercamientos nacionales e internacionales con instituciones académicas e instancias tomadoras de decisión (debate de sargazo en el senado de la república) involucradas en la problemática de sargazo.

De cada uno de los foros se emitió un *flyer* y fue difundido en las redes sociales del CICY. Es importante destacar que los eventos se transmiten en vivo y se quedan disponibles para su consulta en la red social Facebook de CICY, en la que al cierre de 2021 se obtuvo a más de 6 mil personas alcanzadas y una audiencia en vivo de 260 personas en total, lo cual revela el interés e importancia de los temas tratados.





Tabla 2. Audiencia “Sargazo un fenómeno complejo”.

Espectadores en vivo	Personas alcanzada
94	2,594
40	1,256
53	1,131
73	1,739
260	6,720

De igual manera, con la colaboración del departamento de Divulgación y como parte de los entregables del proyecto, se lanzó una campaña de comunicación pública de la ciencia titulada “SARGAZO UN FENÓMENO COMPLEJO: RETOS Y OPORTUNIDADES 2021”, bajo el concepto paraguas del Centro “Ciencia para ti”. Adicional, se publicaron cinco herramientas de difusión para Instagram, Twitter y Facebook, con un alcance total de 12 mil 667 personas.



Figura 20. Ciencia para ti. Proyecto Sargazo

En otro tema de importancia para la región y el país, se sumó una colaboración más, esta vez asociada a la **problemática de la vivienda**, con el proyecto aprobado en la convocatoria PRONACES titulado “Propuesta interdisciplinaria de vivienda sustentable para reducir la vulnerabilidad social de la población periurbana de la ciudad de Mérida, Yucatán” coordinado por el CICY (Unidad de Materiales) con la participación de la UADY, UNAM-ENES Unidad Mérida y el Instituto de Vivienda del Estado de Yucatán (IVEY), así como la organización social FabCity Yucatán, A.C. En el marco de este proyecto, se dio un seminario con el tema “Revolución 4.0”.



Figura 21. Seminario Revolución 4.0, proyecto PRONACES Vivienda

Como fortalecimiento 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 igual forma, el CICY continuó siendo convocado a participar en el mega proyecto de interés nacional, con alcance específicamente regional, del Tren Maya. Por ello, los Doctores, Ivón Ramírez, Casandra Reyes, Juan Manuel Dupuy, José Luis Hernández, Celene Espadas y Adán Caballero entre otros de la URN y UCIA continúan activamente en las diferentes mesas virtuales multidisciplinares de retroalimentación con instituciones de la región como son FONATUR, IES (Institutos de Educación Superior), observatorios y comunidad social, que son y serán partícipes a lo ancho y largo de la península de Yucatán.

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.

Finalmente, es importante destacar que, como parte de los esfuerzos de articulación y vinculación del CICY con sus pares académicos de la región sureste, en octubre de 2021 se efectuó la primera reunión regional en las instalaciones del Centro, El propósito fue identificar las líneas de investigación, conocer los proyectos de incidencia más relevantes en los que trabaja o ha trabajado cada CPI, así como las fortalezas y oportunidades de cada





institución que permitan, en el mediano plazo. definir proyectos comunes para atender problemáticas relevantes del entorno estableciendo alianzas estratégicas. La sesión tuvo formato mixto (presencial y virtual) para facilitar la participación de más instituciones interesadas.

Participaron en este esfuerzo los directores generales del CIESAS, CIATEJ, ECOSUR y los representantes de las sedes en el Parque Científico del Centro GEO, CIATEJ. Por parte del CICY estuvo el Director General y la Dirección de Investigación y la Dirección de Gestión Tecnológica. En 2022 se espera dar continuidad a este esfuerzo y definir una agenda de trabajo y líneas comunes de trabajo.

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

El Laboratorio Regional para el Estudio y Conservación de Germoplasma (GermoLab) del CICY en Yucatán es el primer lugar a nivel regional, dedicado a la investigación, desarrollo, conservación y manejo de plantas de importancia para la diversidad biológica de interés agroecológico, medicinal y forestal presente en el área maya.

El GermoLab mantiene en custodia, de manera importante y fundamental, dentro de bóvedas frías con temperatura y humedad regulables, diversas colecciones de semillas ortodoxas de varias especies útiles de la región maya, así como especies de especial atención por estar en diferentes tipos de riesgo, ser endémicas, así como de la amplia variedad de cultivos alimentarios y prácticas agronómicas. Durante el 2021 se creó el Grupo de Trabajo del GermoLab, con quienes establecieron los Lineamientos Operativos, perfiles de puestos y se creó el Consejo Consultivo del GERMOLAB.

Durante este periodo, para mejorar la presencia de su misión, se trabajó en la actualización de la página web en español y se elaboró su versión en inglés.

En el tema de la Vinculación, el laboratorio se mantuvo activo impulsando la colaboración con Universidades y Organizaciones relacionadas con los temas de especies forestales que maneja el Germolab, 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 y con la United States Forest Service.





Conorcios (Alianzas con Centros Públicos CONACYT)

En el marco de la nueva política pública en ciencia, tecnología e innovación, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología determinó concluir con la figura de “consorcios” que fueron constituidos para el trabajo colaborativo entre los Centros Públicos de Investigación, en los cuales el CICY participó. Bajo las nuevas estrategias del Gobierno Federal, se trabajó en el primer semestre del año para dar por concluidos los convenios que dieron origen a dichos consorcios. Al cierre del informe anual, dichos convenios de conclusión están en revisión jurídica por parte del CONACYT, para proceder a su formalización. El CICY participó en 2 consorcios: CIDIGLO Y ADESUR, este último bajo su coordinación.

Se ha expresado que cada Centro tiene la libertad de buscar el mecanismo que mejor le permita desarrollar trabajo colaborativo para impulsar el desarrollo socio regional. En tanto se concluye el proceso formal, el Centro ha mantenido su participación en los diversos proyectos en marcha con los CPI’s y explorará otras vías que permitan articular y consolidar vínculos de cooperación, tanto con centros públicos de investigación CONACYT como con otras instituciones.

CIDIGLO

La institución coordinadora del consorcio, CIESAS, convocó a los socios participantes en el consorcio para dar por concluido el convenio de colaboración. Se firmó un primer acuerdo por parte de los CPI’S que integran el Consorcio. Se está a la espera de la respuesta del CONACYT para formalizar la extinción del Consorcio. Se estudian opciones para mantener la colaboración que permitan la investigación y diálogo sobre gobierno local, propiciar y articular saberes diversos en la solución de problemas económicos y sociales desde enfoques integrales, colaborativos, cooperativos e interinstitucionales, con la participación de CIESAS, COLMICH, COLSAN, CICY, CIATEJ y otras instituciones que en el futuro puedan sumarse.

ADESUR

Este consorcio, coordinado por el CICY e integrado por el CIATEJ, Centro GEO y CIAD inició el proceso de disolución en el primer semestre del año 2021. Una vez que el CONACYT concluya el proceso de formalización jurídica, se podrá dar continuidad al proceso de reorientación de la alianza iniciado en 2019 y 2020, dado que el propósito de la colaboración se mantuvo vigente, siempre en la búsqueda de una perspectiva regional y buscando





impulsar el desarrollo sustentable de la región Pacífico Sur en las entidades de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas en temas agroalimentarios.

Se continuó con la atención a los compromisos de los proyectos relacionados con la alianza, 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.

Es importante mencionar que los proyectos FORDECYT asociados al consorcio, operación y cadenas productivas, vieron detenida su marcha prácticamente un año a la espera del dictamen técnico-financiero por parte del CONACYT para su continuidad. En el segundo semestre (julio 2021) se recibió el dictamen técnico-financiero positivo por parte del FORDECYT-CONACYT y los dos proyectos reactivaron su desarrollo. Particularmente el proyecto asociado a operación permitió el desarrollo de trabajos pendientes de mantenimiento en la sede de ADESUR en Acapulco, Guerrero.

El 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” continuó siendo responsable técnico por parte del CICY el Dr. Lorenzo Felipe Sánchez Teyer (cadena agave-mezcal), con la participación del Dr. Víctor Manuel Loyola Vargas en la cadena productiva de café.

El 7 de octubre de 2021 el CIATEJ organizó el "Foro de la ADESUR: avances y nueva orientación", en el cual varios investigadores e investigadoras del CICY participaron.

En cuanto al proyecto “Impulso a la cadena de valor del cocotero para incrementar su competitividad y contribuir al desarrollo socioeconómico en la región Pacífico Sur y otros estados productores”, del cual es responsable Técnico el Dr. Carlos Oropeza Salim, y financiado también por el FORDECYT, obtuvo un dictamen de terminación anticipada, enviando el informe integral del proyecto en el primer trimestre de 2021. Al cierre de este informe, solamente se está a la espera de la validación del informe final y la entrega del finiquito por parte del CONACYT.





3.4 Impactos Generados

Debe destacarse que al finalizar el 2021 el 100% de los investigadores en activo del CICY contaron con la distinción del Sistema Nacional de Investigadores, con lo cual se cumplió la meta recomendada por la Comisión Externa de Evaluación (CEE).

Derivado del desarrollo de proyectos, las acciones de investigación científica tuvieron un impacto significativo con la colaboración en proyectos interinstitucionales de gran relevancia y pertinencia en el contexto de la pandemia, de los cuales se generaron resultados favorables para el entorno, con alto impacto tanto técnico como social. Algunos de ellos iniciaron en 2020 y han concluido en el primer semestre de 2021; otros concluyeron a finales de 2021.

- o La Unidad de Ciencias del Agua coordinó un laboratorio acreditado ante INDRE (Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos Dr. Manuel Martínez Báez) para pruebas de COVID-19 en colaboración con la Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de QROO, continúa recibiendo muestras tanto del personal de la institución como de sus familiares, con un precio equivalente a la cuarta parte de lo que cuesta comercialmente en cualquier laboratorio, lo que ayuda a la economía social.
- o “Estudios técnicos de caracterización de sargazo orientados a la generación de normatividad asociada a riesgos y a su potencial aprovechamiento productivo”, proyecto coordinado por la UCIA y UER, financiado por el Fondo Sectorial de la Secretaría de Marina (SEMAR), con la participación del CIMAV, la UACAM y la UNIMAYAB.
- o En colaboración de la UCIA y la UER se trabajó en la “Detección del SARS-CoV-2 en matrices ambientales y validación de un novedoso sistema de tratamiento bioelectroquímico para disminuir concentraciones”.
- o “Micro dispositivo para pruebas serológicas de la enfermedad por Coronavirus (Covid-19)”, en el cual la UER es participante con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav), Unidad Monterrey, el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), Unidad Aguascalientes.
- o “Observatorio regional de gobernanza y coordinación social ante el COVID-19”, en el proyecto en cooperación con la Dirección de Investigación del CICY, ENES Unidad Mérida UNAM y el CEPHCIS-UNAM.



De igual manera, se mantuvo el desarrollo en proyectos de colaboración, como el relativo a la “Conservación, uso sostenible, incremento de la capacidad productiva y revalorización de la milpa maya en Yucatán” (YUC-2018-03 119959), el cual continuó en su segunda fase. Dicho proyecto atendió de manera integral la problemática de la Milpa Maya, tendiente a una gestión integral de los tópicos relacionados a la milpa, específicamente del área del Estado de Yucatán, lo que implica la parte social (que son los integrantes que la realizan, sociedad que desarrolla la actividad, con sus aspectos religiosos, técnicos y holísticos en general), la parte botánica que implica en la zona 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. Durante 2021 se autorizó una ampliación de vigencia para este proyecto por parte del FOMIX Yucatán, en virtud de las afectaciones que tuvo el desarrollo y alcance de entregables por efecto de los eventos climáticos, huracanes e inundaciones del 2021.

Cartera de Proyectos

En el contexto de la planeación estratégica y del programa institucional, la “Cartera de Proyectos” ha sido una de las estrategias implementadas para enfocar los esfuerzos que permitan alcanzar el propósito clave y atender el programa de investigación, a saber:

Propósito clave identificado: 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.

Programa 1. Investigación que contribuye a la resolución de grandes retos nacionales.

A través del cual 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.

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





Es así como el Centro realizó un esfuerzo integral en el marco de la estrategia de “Cartera de Proyectos” en torno a la convocatoria “Apoyos a la ciencia de frontera: fortalecimiento y mantenimiento de infraestructuras de investigación de uso común y capacitación 2021” del CONACYT. Se postularon 9 proyectos de infraestructura y equipamiento institucional y se obtuvieron resultados favorables para 4 proyectos, por un monto de 10.5 mdp que beneficiaron y fortalecieron a las unidades académicas de la institución y a la capacidad instalada en los laboratorios compartidos.

Cada Unidad Académica, en Coordinación con la Dirección de Investigación, colaboró en el proceso para definir un proyecto emblemático a integrarse en la “Cartera de proyectos”. En principio se han definido los siguientes proyectos estratégicos, de manera enunciativa, pero más no limitativa:

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

Por otra parte, el CICY participó en las mesas de trabajo con el Gobierno del Estado de Yucatán a través de la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior (SIIES) para analizar y determinar las potencialidades respecto al cannabis y el cáñamo, un área de oportunidad con potencial para el desarrollo de la región, una vez que se disponga de la normatividad federal correspondiente.

Boletín de Convocatorias Externas

De acuerdo a la estrategia de la “Cartera de proyectos” el CICY ha establecido la estrategia bajo la óptica de buscar fuentes alternativas de financiamiento a CONACYT para proyectos de investigación, en 2021 la Dirección de Investigación se dio a la tarea de emitir el Boletín de Convocatorias Externas CICY.

El Boletín de Convocatorias Externas CICY, es un documento informativo elaborado por la Dirección de Investigación donde se integra la información de convocatorias (nacionales e internacionales) para la investigación provenientes de diversas fuentes de financiamiento.





La periodicidad del Boletín es quincenal, publicándose los viernes a través del medio de difusión institucional **Hasnup'**.

El boletín muestra una lista de convocatorias abiertas que pueden resultar de interés, divididas en:

- Convocatorias CONACYT
- Convocatorias Nacionales No CONACYT
- Convocatorias Internacionales
- Estancias académicas
- Premios
- Información de interés

Durante el periodo se emitieron cuatro boletines y será una iniciativa permanente durante el siguiente año, a la espera de que sea un insumo de información valioso para la comunidad de investigación del Centro.

Foro de Análisis CICY

En cuanto al debate de temas de relevancia y visibilidad pública de la ciencia, tecnología e innovación, es importante destacar el esfuerzo realizado en el marco del *Foro de Análisis CICY*.

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





El objetivo del Foro es hacer de las capacidades y fortalezas del CICY herramientas para la resolución de problemas regionales. En su segundo ciclo llevado a cabo en el 2021 tuvo 9 sesiones.

En 2021 se analizaron temas como el Anteproyecto General de Ley de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación propuesto por el Conacyt; Tren Maya: oportunidades y desafíos para el sureste mexicano y se programó el ciclo "Sargazo un fenómeno complejo: retos y oportunidades", al cual se hizo referencia en el apartado anterior, así como las sesiones dedicadas "Cátedras. 7 años de historia en el CICY", con tres sesiones con la participación de los investigadores por México.

En las 9 conferencias de 2021 se logró una audiencia total de 602 personas en vivo y 18,098 personas alcanzadas.

Estancias

Como parte de los esfuerzos de mejora continua de la Dirección de Investigación, así como para fomentar la incorporación de personal de alto nivel al Centro, se realizó una campaña de difusión de Estancias durante el periodo que se informa. Se promovió en las redes sociales del CICY y logró un alcance de más de 3 mil 500 personas.



Figura 22. Campaña de Estancia Posdoctoral en CICY.

3.5 Dificultades superadas

Durante el año 2021 continuaron las necesidades y problemas de infraestructura que ya ha venido enfrentando la institución desde hace varios años, por daño estructural a edificios (Unidad de Biotecnología), obsolescencia de equipos y requerimientos de mantenimiento mayor, tanto en equipamientos como en instalaciones físicas, peatonales y de carpeta



asfáltica al interior del CICY. Los problemas se amplificaron debido a los eventos meteorológicos que nuevamente impactaron a la institución en 2021, impactando la infraestructura obsoleta, así como la continuidad de algunos proyectos.

Ante ello, se ha continuado buscando oportunidades alternas para financiamiento que apoyen a solventar las necesidades, mediante tres opciones:

1. Elaboración de proyecto de equipamiento e infraestructura para solicitar por Mecanismos de Planeación (SHCP), esfuerzo que se ha realizado anualmente desde 2019.
2. Análisis de necesidades prioritarias de infraestructura y equipamiento y presentación de proyecto preliminar al CONACYT a través de la Unidad de Articulación Sectorial y Regional.
3. Oficios a la Unidad de Articulación Sectorial y Regional del CONACYT para solicitar recursos extraordinarios que permitan atender las necesidades más apremiantes en equipamiento y mantenimiento de instalaciones.

Es importante resaltar que hubo respuesta favorable durante el primer semestre 2021 a la opción 3, que involucra equipamiento asociado a tecnologías de información. Dado lo anterior, se continúa con el requerimiento apremiante para solventar los problemas de mantenimiento de equipo especializado en los laboratorios de las unidades académicas.

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

También se logró la recalendarización del proyecto de Milpa Maya que se vio afectado en sus entregables debido a las lluvias excesivas en 2021.

El Centro también enfrenta el relevo generacional, al encontrarse en proceso de jubilación parte del personal académico y técnico. En el 2021 se han jubilado, dado de baja o fallecido 8 personas. Ello implica retos importantes para el 2022, 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.





4. FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO

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

4.1 Aspectos Relevantes

El Centro cuenta con ocho programas de posgrado, siete de los cuales se encuentran en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC): 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 único programa de posgrado que no se encuentra en el PNPC (Doctorado Directo en Ciencias Biológicas), contaba con un estudiante que obtuvo el grado en junio de 2021. Como estrategia institucional no se convocaron nuevos ingresos para este programa en los últimos años y se encuentra en proceso el trámite de cierre definitivo ante la Dirección General de Profesiones, los cuales deben solventarse en el transcurso del 2022.

En el 2021 se completaron con éxito las evaluaciones ante el PNPC, entre las cuales se obtuvo una promoción al nivel superior en el PNPC: la Maestría en Ciencias del Agua ratificó su nivel de En Desarrollo y la Maestría en Materiales Poliméricos logró cambiar de nivel de Consolidado a Competencia Internacional. Con base en lo anterior, actualmente dos de nuestros programas cuentan con el nivel de competencia internacional, cuatro están en el nivel de consolidado y uno en desarrollo. Lo anterior, representa un logro más hacia la excelencia académica en nuestros posgrados. Para el 2022, en el contexto de la convocatoria de renovación correspondiente, se presentará el registro para la evaluación de la Maestría en Ciencias Biológicas, la cual presenta una tendencia positiva en sus indicadores.

En respuesta a la emergencia sanitaria provocada por COVID-19, durante el 2021 continuaron implementándose diversas estrategias que permitieron ofrecer la continuidad de todos los procesos y servicios en la modalidad a distancia, anteponiendo la seguridad y la salud tanto del personal como de los estudiantes. Estas medidas permitieron realizar los procesos establecidos en el calendario de Docencia, tales como, admisiones, períodos de





exámenes tutoriales, exámenes de grado, clases a distancia, cierre de calificaciones del semestre, postulaciones a becas, entre otros. Los eventos académicos que se realizaban antes como presenciales como los seminarios de estudiantes y la ceremonia de inicio de semestre se replantearon en una modalidad a distancia. Lo anterior no ha afectado los procesos sustanciales de Docencia, por lo que durante el 2021 se cumplieron los indicadores planeados.

4.2 Resultados Obtenidos

Durante el 2021, se atendieron un total de 795 alumnos, de los cuales 339 son parte de los programas de posgrado del Centro, 294 del Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) y 162 del Programa de Educación Continua (Tabla 3).

Tabla 3. Histórico de la formación de Recursos Humanos 2017- 2021 (Alumnos)

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

4.2.1 Programas de posgrado

En el segundo semestre de 2021 se presentó la evaluación de los programas de Maestría en Materiales Poliméricos y Maestría en Ciencias del Agua. En 2021, se graduaron un total de 83 estudiantes en los diferentes programas, dando un valor de 0.97 graduados por investigador (83/86), de acuerdo con los indicadores vigentes. Los tiempos de titulación estuvieron en un promedio de 55 meses para el doctorado y 30 meses para la maestría, lo que demuestra que nuestros programas se encuentran dentro de este parámetro del PNPC para nivel de competencia internacional.

Con el fin de facilitar los trámites para el proceso de admisión a los aspirantes al posgrado que se encuentran en diferentes áreas geográficas, desde el 2015 el registro se realiza en línea, además, desde el año 2020 derivado de la contingencia por COVID-19, los procesos de admisión se han realizado a distancia. Lo anterior fue posible gracias al apoyo de las





coordinaciones y de los comités de admisión permitiendo así la continuidad del proceso a distancia durante 2021.

Los programas de posgrado del CICY atienden aspirantes tanto nacionales como internacionales en sus convocatorias, esto lo demuestra el análisis histórico reciente en el cual se han recibido un total de 636 aspirantes distribuidos en los diferentes programas, de los cuales 83 corresponden a estudiantes extranjeros. En el proceso para la admisión del 2021, participaron 96 aspirantes de los cuales 10 fueron internacionales (Tabla 4).

Tabla 4. Histórico del registro de aspirantes (2017- 2021)

Semestre	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total	Estudiantes extranjeros
2017-I	57	11	5	23	96	7
2017-II	23	11	21	0	55	3
2018-I	20	4	2	5	31	0
2018-II	52	14	21	0	87	16
2019-I	43	13	4	9	69	6
2019-II	35	14	18	0	67	7
2020-I	52	12	3	7	74	23
2020-II	34	12	15	0	61	11
2021-I	27	9	4	12	52	4
2021-II	27	3	14	0	44	6
Total	370	103	107	56	636	83

Durante el 2021, la matrícula de posgrado en los ocho programas del Centro alcanzó una cifra de 339 estudiantes, 180 estudiantes de maestría y 159 estudiantes de doctorado (Tabla 5). De ellos, el 47% son mujeres y el 53% son hombres.

Tabla 5. Histórico de la Matrícula en los Programas de Posgrado 2017- 2021.

Año	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total	Maestría	Doctorado	Total
2017	172	69	65	24	330	183	147	330





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

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 2021 la tendencia fue desfavorable debido al impacto de la pandemia COVID-19. A pesar de esto, se logró contar en 2021 con una matrícula de 180 estudiantes de maestría. Actualmente, se están trabajando en el Consejo General de Posgrado diversas estrategias (divulgación de las convocatorias de admisión, procesos de admisión a distancia, tiempos diferidos para estudiantes extranjeros, entre otras) para la recuperación gradual de la tendencia. Al cierre de 2021, se encuentran activos un total de 237 alumnos, incluyendo a los de nuevo ingreso (Tabla 6).

Tabla 6. Matrícula en los Programas de Posgrado 2021.

Posgrado	Activos	Graduados	Nuevo Ingreso 2021	Bajas Temporales	Bajas Definitivas	Total Atendidos
Doctorado tradicional en Ciencias Biológicas	68	15	27	-	1	111
Doctorado directo en Ciencias Biológicas	-	1	-	-	-	1
Maestría en Ciencias Biológicas	37	30	18	1	5	91
Doctorado en Materiales Poliméricos	16	6	4	2	2	30
Maestría en Materiales Poliméricos	12	18	3	-	-	33
Doctorado en Energía Renovable	9	3	5	-	-	17





Posgrado	Activos	Graduados	Nuevo Ingreso 2021	Bajas Temporales	Bajas Definitivas	Total Atendidos
Maestría en Energía Renovable	14	7	9	-	3	23
Maestría en Ciencias del Agua	5	3	10	0	5	23
Total	161	83	76	3	16	339

En los últimos años se observan variaciones en el ingreso de estudiantes de maestría, derivado que en 2017 el ingreso fue de 72 estudiantes, mientras que en el 2018 fueron 43 estudiantes. Sin embargo, durante el 2019 se observa nuevamente una tendencia positiva con relación a 2018 ya que la matrícula registró un aumento con 60 estudiantes. Durante el año de 2020 se registró un ingreso de 53 estudiantes y para el 2021 se registró un ingreso de 40 estudiantes (Figura 23).

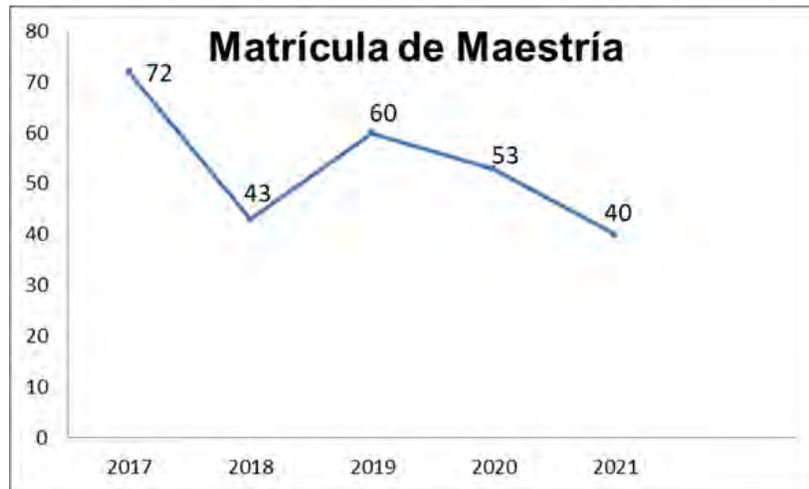


Figura 23. Matrícula en maestría del CICY 2017-2021.

Por su parte, el programa doctoral (iniciado en 1993) ha mostrado una variación en la matrícula durante el periodo reciente 2017-2021. En este periodo se obtuvo un promedio anual de 27 estudiantes. La Figura 24 presenta el histórico de la matrícula de doctorado desde 2017 hasta el 2021. Al cierre del 2020 se observa la tendencia positiva, dado que los 31 estudiantes de doctorado matriculados durante el año 2020 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.

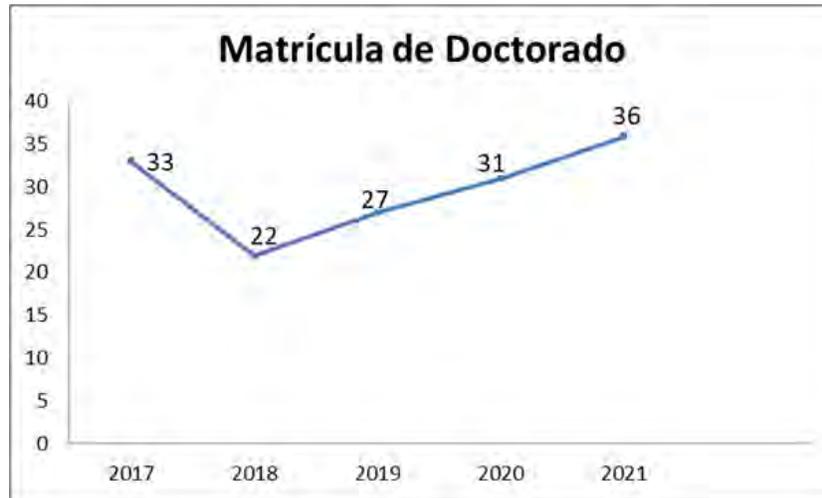


Figura 24. Histórico de la matrícula en doctorado del 2017-2021

En todos los programas de posgrado, un comité tutorial evalúa los avances de los alumnos mediante reuniones semestrales. Durante el 2021, se programaron 299 exámenes tutoriales y 34 exámenes pre-doctorales, los cuales fueron realizados a distancia por medios electrónicos (videoconferencia o video llamada), debido a la contingencia por COVID-19.

Los programas de posgrado son escolarizados e incluyen cursos formales, los cuales fueron dictados por las y los profesores adscritos, por medios remotos debido a las medidas establecidas por la pandemia. Durante el primer semestre de 2021 se impartieron 89 cursos en los diferentes programas. De ellos, 34 correspondieron a la maestría y doctorado en Ciencias Biológicas, 22 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, estancias posdoctorales y de candidatos a doctor. Estos últimos solamente participan en cursos de maestría una vez que han aprobado su examen predoctoral.

Los investigadores participan en diferentes actividades docentes dentro de los Consejos Académicos de Profesores de los programas de posgrado, ya sea impartiendo cursos o como directores de tesis o tutores. En este sentido, la participación de los investigadores





como directores de tesis en el programa es muy alta, alcanzando un valor de 99% (85/86); con un promedio de 2.7 estudiantes por investigador, considerando el total de 237 estudiantes vigentes (339 estudiantes atendidos). Este valor se divide en 180 estudiantes de maestría (53%; con un promedio de 2.09 estudiantes/director) y 159 estudiantes de doctorado (47%; con un promedio de 1.84 estudiantes/director).



Figura 25. Formación de recursos humanos en la Unidad de Energía Renovable.

4.2.2 Estudiantes graduados

Los alumnos graduados deben mostrar un alto nivel de conocimiento, basados en la investigación científica y en el empleo de tecnologías de frontera. Recientemente, se han implementado estrategias para desarrollar en los estudiantes habilidades para la vinculación, la generación de conocimientos y tecnologías, que sean innovadores y pertinentes, encaminados a resolver los problemas de la sociedad y a la construcción de un desarrollo sustentable. Durante el 2021, se graduaron 83 alumnos, 58 de maestría y 25 de doctorado Tabla 7. Todos los exámenes se realizaron a distancia.

Tabla 7. Histórico de graduados del periodo 2017- 2021.

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



Los programas de posgrado del Centro iniciaron en 1996 con el Programa de Maestría en Ciencias y Biotecnología de Plantas, y su primer graduado fue en el 2000. A partir de ahí, en el quinquenio 2000-2004 se graduaron en promedio siete estudiantes por año dentro de todos los programas y este valor se duplicó en el quinquenio 2005-2009 con 15 graduados por año. En 2013 y 2014 se alcanzó una cifra récord con 56 y 61 graduados de maestría respectivamente. Al cierre del año 2016 esta tendencia se redujo obteniéndose 49 alumnos graduados de los distintos programas de maestría. En el año de 2017 se graduaron 50 alumnos, sin embargo, durante el año 2018 el número de graduados se redujo a 41 alumnos, mientras que en el 2019 se volvió a observar una tendencia positiva con un total de 48 alumnos graduados Figura 26. 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.



Figura 26. Egresados de los programas de maestría del CICY en el periodo 2017 –2021

El programa en Ciencias y Biotecnología de Plantas, antecedente del Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas, graduó su primer doctor en 1998. A partir de entonces, y hasta 2002 se graduaron tres doctores en promedio por año, aumentando a siete este en el periodo 2003-2007. Al igual que en los programas de maestría, el número de graduados aumentó de manera considerable en el periodo 2008-2012, alcanzando un promedio anual de 16 doctores, más del doble comparando con el periodo previo. Durante el 2013 y 2014 se tuvo un registro de 19 doctores graduados y al cierre del año 2016 se graduaron 18 alumnos de los distintos programas de doctorado. En el año de 2017 y 2018 se graduaron 21 estudiantes en promedio anual y durante el año 2019 la tendencia fue positiva ya que se





graduaron un total de 26 alumnos (Figura 27. Durante el año de 2020 se contó con 28 graduados de los programas de doctorado, manteniendo una tendencia positiva al cierre. Al concluir el 2021, se graduaron 25 alumnos de doctorado.

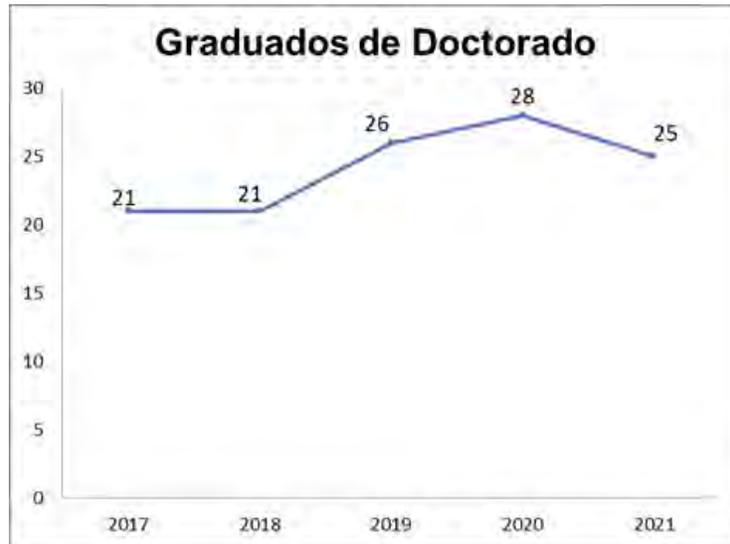


Figura 27. Egresados de programas de doctorado del CICY en el periodo de 2017- 2021.

4.2.3 Formación de Recursos Humanos externos

Mediante el Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) se atendieron en total a 294 estudiantes, de los cuales 279 fueron de licenciatura (17 en entrenamiento, 25 de servicio social, 92 de prácticas profesionales, 6 estancias de investigación y 139 tesistas) así como 15 de posgrados externos (5 de maestría y 10 de doctorado). De los 279 estudiantes de licenciatura, 38 obtuvieron el grado (30 con tesis y 8 con memorias de residencia) en las diferentes áreas sustantivas de la institución. De los 15 estudiantes de programas de posgrado externos a la Institución uno de maestría obtuvo el grado (Tabla 8). En total se registraron 309 movimientos, ya que 15 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 2021, se han graduado en total 1,414 estudiantes de licenciatura, arrojando un promedio anual cercano a 35.25. El histórico reciente (2017-diciembre-2021) de estudiantes graduados de licenciatura y posgrados





externos se presenta en la Tabla 8. En 2021 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 en el Estado de Campeche, el Instituto Tecnológico de Minatitlán, las diferentes facultades de la UADY, Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, la Universidad de Quintana Roo y otras instituciones.

Tabla 8. Histórico de estudiantes graduados de programas externos 2017-2021.

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

Entre los programas de maestría y doctorado externos de donde provienen los alumnos inscritos al SAE, podemos mencionar el Doctorado en Ciencias de la Salud 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 Ecología Marina del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California.

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.





Durante el 2021 se impartieron cursos entre marzo y octubre; el CICY a través del Programa de Educación Continua (PEC), ofreció 12 cursos de los cuales se canceló 1, y se impartieron 11 por las áreas de Unidad de Recursos Naturales (URN), GEMBIO, Unidad de Biotecnología (UBT) y Jardín Botánico Regional (JBR) del Centro.

La afluencia de alumnos a los cursos impartidos en el PEC fue de 162 alumnos y se captaron recursos propios por \$ 248,279 pesos. Cabe hacer mención que, adicionalmente, durante este periodo se generaron ahorros institucionales por un monto de \$ 70,680 pesos, derivado de la asignación de 41 becas al personal y estudiantes del Centro y de otras instituciones (a través de convenios vigentes), que asistieron a algunos cursos ofrecidos en el 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 áreas se presenta en la Tabla 9. En la Tabla 10 se presentan los datos históricos del PEC del periodo de 2017 a 2021

Tabla 9. Resumen numeral de información de educación continua.

Área	Cursos	Alumnos	Ingresos	No. Becas	Ahorros
GeMBio	5	67	\$127,645	16.5	\$43,530
UBT	4	56	\$93,634	3.5	\$13,650
RN	1	19	\$27,000	1	\$1,500
JBR	1	20	\$0	20	\$12,000
TOTAL	11	162	\$ 248,279	41	\$70,680

Tabla 10. Datos históricos del Programa de Educación Continua en el periodo 2017- 2021.

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





4.3 Logros Obtenidos

En el 2021 se continuó con la implementación de las acciones derivadas de la respuesta a la contingencia por COVID-19 con el fin de lograr la continuidad de los procesos y servicios docentes. Con el fin de mantener la prevención de la propagación de la COVID-19, en el 2021 se mantuvieron diversas medidas institucionales para que los estudiantes asistieran de forma presencial y escalonada a las instalaciones del Centro, para realizar trabajo experimental. Lo anterior, permitió dar seguimiento al plan de estudios y al desarrollo de la investigación de los trabajos de tesis, así como, cumplir con las medidas de sana distancia y la prevención de la propagación de la COVID-19.

Durante el año, los cuerpos académicos continuaron impartiendo los cursos a distancia, esto permitió que los estudiantes continuaran con las asignaturas del plan de estudios sin interrupción. Para la impartición de cursos se utilizaron diversas plataformas de videoconferencia y se realizaron actividades sincrónicas gracias a las cuales se atendieron las necesidades particulares de cada asignatura. Para continuar con el seguimiento académico de los estudiantes, durante 2021 se llevaron a cabo las evaluaciones de trabajo de tesis y seminario de Investigación a través de plataformas de videoconferencia, donde 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 los estudiantes correspondientes a los dos semestres del 2021.

En 2021 se continuó con el procedimiento establecido desde 2020 para que los estudiantes presentaran su examen de grado a distancia, lo que permitió la continuidad de exámenes durante todo el año. Mediante dicho procedimiento los estudiantes programaron su examen a distancia. Adicionalmente, en 2021 se continuó con la participación en el sínodo de profesores invitados de nacionalidad extranjera que forman parte de los Comités revisores de tesis de los estudiantes, contribuyendo de este modo a fortalecer los vínculos de colaboración de los programas del posgrado con Instituciones extranjeras. En el 2021 se estandarizó el proceso para la obtención de las firmas autógrafas de los profesores que participan en los exámenes de grado realizados a distancia, lo que permitió que los graduados obtuvieran la documentación oficial. A pesar de la contingencia, el seguimiento académico que realizaron los Directores de Tesis con los estudiantes, en conjunto con las medidas establecidas, dieron resultados exitosos debido a que en 2021 se lograron las tasas de graduación planeadas. Es decir, al cierre del 2021 el indicador de formación de recursos





humanos especializados planeado fue alcanzado y superado, ya que se planeaban 72 graduados y se obtuvieron 83.

Los procesos de admisión a los programas de posgrado del Centro, se completaron con todas las etapas a distancia, utilizando plataformas de videoconferencia. Esta estrategia permitió la emisión de las convocatorias de nuevo ingreso para los semestres 2021-II y 2022-I, no perdiendo así la oportunidad de evaluar a los aspirantes en los periodos establecidos en el calendario de Docencia.

En 2021 y en conjunto con la Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (UTIC) se agilizaron procesos operativos del posgrado, mediante la implementación del procedimiento para la firma electrónica del registro de calificaciones de los estudiantes. Este procedimiento se aplicó por tercera ocasión durante el segundo semestre de 2021 con un avance de más del 90% en los registros al cierre del año. Además, todas las evaluaciones de los cursos impartidos en el periodo fueron aplicadas utilizando formularios electrónicos, los cuales fueron contestados por los estudiantes desde su computadora, tableta o celular.

Por otra parte, en 2021 el Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) continuó recibiendo estudiantes de diferentes Instituciones de Educación Superior realizando sus actividades bajo la asesoría de un profesor-investigador del CICY en la modalidad a distancia o semipresencial.

Adicionalmente es importante mencionar que, de acuerdo a los compromisos establecidos en 2018 a través del convenio específico de cooperación para el desarrollo de la maestría en Ciencias Biológicas del CICY con la Universidad Autónoma de Honduras (UNAH), los estudiantes admitidos en esta modalidad, cursaron en el 2021 el último semestre de su plan de estudios. Se planea que los estudiantes obtengan el grado en el primer semestre de 2022, logrando así llevar la maestría en Ciencias Biológicas a Honduras para fortalecer la formación de recursos humanos en Centroamérica.

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 83 graduados durante el año 2021, 36 están ocupados (49%): 10 en actividades de docencia e investigación, 3 en el Sector Público, 14 en estudios doctorales, 9 prestando servicios en empresas del Sector





Privado y 47 sin empleo. Es importante mencionar que el 53% (25/47) de los que no cuentan con empleo egresaron en los últimos dos meses (noviembre – diciembre) del 2021.

De manera histórica, se han graduado un total de 1030 estudiantes en los programas del Centro; 700 de maestría (68%) y 330 de doctorado (32%). Alrededor del 85% (878 egresados) se encuentra ocupado, y de éstos, cerca del 72% se encuentra laborando en actividades de docencia y/o investigación, alrededor del 17% realiza estudios doctorales o posdoctorales, y el 11% restante se encuentra en los sectores privado (7%), público (3%) y prestando servicios independientes como asesores (1%). Estos datos confirman la pertinencia de los programas de posgrado del CICY.

4.5 Dificultades superadas

En el 2021, debido a la pandemia ocasionada por COVID-19, se mantuvieron las medidas de suspensión de las actividades presenciales masivas en el Centro, incluyendo el área de Docencia. En esta área, la mayoría del trabajo se realizó a distancia, de forma presencial o semi-presencial. Con el fin de superar todas las dificultades derivadas de la implementación de actividades y procesos a distancia, el Consejo General de Posgrado (CGP), integrado por los coordinadores de los programas, la Dirección y Subdirección de Docencia, realizó durante el 2021 todas sus reuniones ordinarias y extraordinarias a distancia, derivando en acuerdos para resolver necesidades prioritarias. Por otra parte, se actualizó el procedimiento específico para realizar los exámenes de grado durante los semestres 2020-I, 2020-II y 2021-I, para continuar otorgando facilidades a los estudiantes en proceso de graduación, asegurando la calidad y excelencia del acto protocolario. 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, los cuales se fueron solventando durante el primer semestre de 2021 y se contó con el ingreso de varios estudiantes extranjeros con admisión diferida en el segundo semestre del año. En apoyo a los aspirantes extranjeros aceptados en los programas de posgrado del Centro durante el 2021, se ratificó la vigencia en el CGP del acuerdo sobre que los estudiantes extranjeros que sean admitidos en los posgrados durante 2021-I podrán diferir su ingreso del semestre 2021-II en adelante.

Con el fin de mantener la continuidad de los procesos y servicios que ofrecen las diferentes áreas de Docencia, y en atención a las medidas de prevención implementadas, se continuaron los trámites y servicios a los usuarios privilegiando el uso de medios





GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Sesión Ordinaria del
Comité Externo de
Evaluación 2022

electrónicos, algunos de ellos, han generado ahorros en tiempo y recursos, haciendo más eficiente el servicio prestado. La Dirección de Docencia utilizó diversos mecanismos para dar continuidad a los trámites y servicios, como son el uso de servicios “en la nube” para compartir archivos digitales, instalar accesos remotos en los equipos de cómputo, establecer diversos medios de atención al público a través de correo electrónico o teléfono, entre otros.

Durante el 2021, se obtuvo un avance del 100% en la emisión y entrega de títulos electrónicos y se logró estandarizar este proceso.





5. DESARROLLO TECNOLÓGICO Y VINCULACIÓN

Como parte del compromiso institucional de atender las demandas de los sectores social y productivo, en el CICY se establecen mecanismos y promueven herramientas que facilitan la interacción entre quienes desarrollan proyectos científicos y tecnológicos y los posibles usuarios de dichos proyectos. La principal función de la Dirección de Gestión Tecnológica (DGT) es facilitar los canales de comunicación entre los sectores social y productivo con las Unidades de Investigación y Servicios de CICY, encaminados a cubrir las demandas a través de la gestión integral de proyectos tecnológicos hasta su transferencia. Lo anterior, con el objetivo de fortalecer el entorno social por medio de servicios especializados, los cuales son ofrecidos no sólo a nivel de la península de Yucatán, sino buscando un impacto regional.

5.1 Aspectos Relevantes

Durante el año 2021, los aspectos relevantes en el tema del desarrollo tecnológico y vinculación involucraron, en primer término, continuar con los servicios de apoyo a las Unidades de Investigación para la atención a la cartera de proyectos con potencial de transferencia, enfocados en aspectos de transferencia de conocimiento, propiedad intelectual y vinculación con los aliados estratégicos de la institución, integrado principalmente por el sector social y productivo. En una segunda vertiente, el trabajo del CICY en materia de atención a las demandas de la industria, se basó principalmente en la oferta de bienes y servicios científicos y tecnológicos resultado de los proyectos de investigación con mayor experiencia en la institución.

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

La DGT está conformada por la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) y las Unidades de Apoyo al Sector Social y Productivo (UASSP). La OTT del CICY cuenta con la Oficina de Administración de Proyectos (OAP); la Oficina de Protección a la Propiedad Intelectual



(OPPI) y la Oficina de Asesoría Legal (OAL). Por otra parte, las UASSP son las unidades de servicio: Laboratorio de Metrología, Organismo Verificador de Gases de Efecto Invernadero (OVGEI) y Laboratorio GeMBio; y las Unidades de Producción: la Biofábrica y la Unidad Productora de Semillas (UPS).

5.2 Resultados Obtenidos

5.2.1 Propiedad Intelectual

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

Como se puede observar en la Figura 28, durante el año 2021, continuaron los esfuerzos para obtener el registro de 3 patentes nacionales y una patente en el extranjero:

- MX/a/2015/004217 “Mezcla medicinal de *Tridax procumbens* y *Allium sativum* para el tratamiento de leishmaniasis y tripanosomiasis”.
- MX/a/2016/006413 “Extractos, compuestos de *Eugenia winzerlingii*, método de obtención y su uso en el control de plagas agrícolas”.
- MX/a/2016/008991 “Factores de transcripción aislados de *Carica papaya* y su aplicación para obtener plantas tolerantes a temperaturas extremas”.
- CA 2820698 “Method and system for obtaining sweet gas, synthetic gas and sulphur from natural gas”.

Además, se ingresaron 3 nuevas solicitudes de patente en México y, como hito institucional, la primera solicitud de patente del Centro en Europa:

- MX/a/2021/001656 “Catalizador para la deshidratación de alcoholes y la obtención de olefinas, método de preparación y uso”.
- MX/a/2021/001602 (Divisional) “Factores de transcripción aislados de *Carica papaya* y su aplicación para obtener plantas tolerantes a temperaturas extremas”.
- MX/a/2021/003720 “Sistema de transferencia inalámbrica de energía electromagnética de alta frecuencia”.
- EP19897672.2 “Inducible CrGPDH3 promoter of *Chlamydomonas reinhardtii* and the use thereof for the expression of recombinant proteins”.





Con la gestión realizada durante el año, el Centro ha logrado fortalecer las tecnologías generadas en el área de las energías renovables y biotecnología, dando seguimiento a los requerimientos generados por las autoridades correspondientes en México para las patentes que actualmente se encuentran en examen de fondo, así como en Estados Unidos para la tecnología RAP2 (Factores de transcripción aislados de Carica papaya y su aplicación para obtener plantas tolerantes a temperaturas extremas).

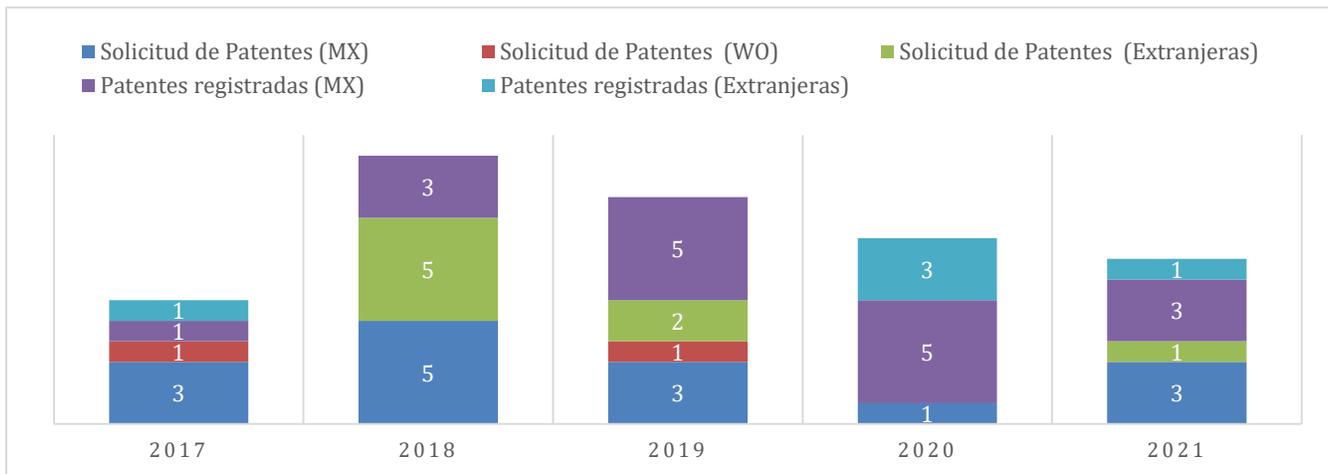


Figura 28. Evolución en la presentación y concesión de patentes (2017-2021)

En materia de Derechos de Autor, en 2021 se realizaron tres solicitudes de registro, de las siguientes obras: el libro "Historia gráfica de la fundación del SIIDETEVY y del Parque Científico Tecnológico de Yucatán", la serie de audiovisuales "Entre historias y raíces" y la renovación de la reserva de derechos "Desde el herbario CICY", para las dos últimas se concluyó con el trámite de registro.

Como parte del seguimiento a los registros de las semillas ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), se realizaron, en colaboración con la Unidad productora de Semillas, las gestiones para realizar los refrendos anuales 2019, 2020 y 2021 para mantenimiento de los 3 títulos de obtentor que pertenecen a la institución: Mayan Ek, Kisin y Mayan Ki'in. De igual forma se actualizó el representante legal ante esta institución.

En cuanto a servicios externos en materia de Propiedad Intelectual, durante el año 2021 se brindó un servicio a la Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo y un servicio al sector privado para el registro de marca.





5.2.1 Transferencia de Tecnología

Durante el año 2021 la OTT realizó servicios en apoyo a los proyectos del Centro con potencial innovador, entre los que se encuentran los siguientes:

- Asesoría al interior del CICY para el costeo de diversos proyectos científicos y tecnológicos, entre ellos: servicios del Herbario CICY, servicios del Banco de Germoplasma, servicios de las Unidades de Investigación: URN, UER. Algunos de ellos siguen en proceso.
- Análisis de costeo de las tecnologías Factores de Transcripción Rap2, Gen Promotor y Cocotero. Estos análisis permitieron determinar la pertinencia de realizar diversas acciones vinculadas a los proyectos, principalmente con el objeto de su transferencia tecnológica.
- Análisis de mercado para la tecnología Gen Promotor (“Inducible CrGPDH3 promoter of *Chlamydomonas reinhardtii* and the use thereof for the expression of recombinant proteins”), con la finalidad de evaluar la pertinencia de su protección ante la Oficina Europea de Patentes.
- Estudio de mercado para la tecnología Trial-UM®, que permitirá identificar líneas de acción para su transferencia.
- Análisis del Centro de Innovación Tecnológica (CIT) con la finalidad de encontrar oportunidades de mercado, así como de validar ideas relacionadas con el funcionamiento del mismo. Se definieron dos propuestas de modelos de negocio del CIT con la finalidad de que se validen con los actores correspondientes.
- Se integró el grupo de negociación para la tecnología sobre licor de henequén (Sisal®), se llevaron a cabo reuniones con el cliente y se está trabajando en el desarrollo de una propuesta, teniendo como finalidad la transferencia del conocimiento respaldado por el licenciamiento de la marca SISAL®, que permita el establecimiento, por parte de la empresa, de un modelo de negocio para la producción de la bebida empleando la tecnología desarrollada en el CICY.

Para fortalecer el proceso de transferencia en cuanto a los productos de valor agregado provenientes de la investigación, se desarrollaron, en colaboración con las unidades de producción, planes estratégicos de mercadotecnia digital pertenecientes a los productos y servicios de las áreas: 1) Biofábrica 2) Oficina de Administración de Proyectos 3) GeMBio 4) Metrología. En este mismo sentido, se colaboró en el desarrollo de la información, así como del bosquejo del diseño del micrositio de la Biofábrica en la página web del CICY.





Adicionalmente, se propusieron herramientas que apoyen a la Biofábrica y a la Unidad Productora de Semillas (UPS) para posicionar sus cultivos con los productores Nacionales: Mesas de Negocio de la Secretaría de Economía (SE), Enlaces Comerciales del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) y APP AGRO OFERTA. Se realizó un reporte de subproductos del procesamiento de semillas de chile habanero con la finalidad de contribuir en el aprovechamiento de los desechos que se generan por este proceso, así como un catálogo para la venta de plantas de cocotero y banano de la Biofábrica en el vivero del CICY, con el objetivo de generar ingresos en esta área.

Al inicio del año 2020 surge la necesidad de la reducción de 2 riesgos identificados de manera institucional, para esto se determinó la revisión y actualización en su caso de los Lineamientos para el manejo de los recursos propios, que fueron revisados por la Dirección de Gestión Tecnológica, el Jurídico del CICY y se presentaron ante CTCI, así mismo, se diseñó una ruta que incluía su presentación ante el jurídico del CONACYT y posteriormente al Órgano de Gobierno, actualmente están siendo revisados por la administración del CICY adecuándose a las nuevas normas vigentes sobre el manejo multi-anual de los recursos propios en el sector público.

Los lineamientos de vinculación del CICY están siendo actualizados debido a que tiene 10 años o más de haber sido aprobados y requirieron la revisión, adecuación y actualización según algunas leyes, particularmente a las de responsabilidades de los servidores públicos (Ley de Responsabilidades Administrativas). Asimismo, requieren su adecuación a las políticas actuales, incluyendo los lineamientos y leyes que les competen. Actualmente se encuentran en revisión por el Jurídico de CONACYT.

Es importante destacar la participación de OTT en grupos de trabajo interinstitucional como el Grupo de Vinculación, Gestión Tecnológica e Impulso a la Innovación, conformado por 9 Centros Públicos de Investigación, del que CICY funge como coordinador de reuniones mensuales y en la coordinación del "1er Coloquio Nacional virtual sobre Innovación y apropiación social de las tecnologías en México" que se llevó a cabo del 29 de noviembre al 1 diciembre del 2021. Durante el coloquio, el personal de la OTT impartió el Taller: Aplicación de *design thinking* en el diseño de proyectos tecnológicos.

La OTT se encarga del registro, seguimiento y apoyo para el costeo de servicios y proyectos. Durante el periodo se registraron 24 servicios con un ingreso de \$ 405,248.22 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 Administración de Proyectos a las Unidades de Investigación para su atención, se está haciendo una revisión del proceso de atención del servicio.

Se gestionaron colaboraciones con la revista *Plastic Technology*, una de las principales revistas que tiene alcance con el sector industrial de plásticos, con el objetivo de que los desarrollos tecnológicos del CICY, relacionados con dicha industria, sean conocidos por este sector. Para este fin se llevó a cabo la primera entrevista el viernes 26 de noviembre de 2021 a investigadores de la Unidad de Materiales con relación a la oferta tecnológica del CICY y el CIT, incluyendo la promoción del Foro “Innovación para la industria de la Construcción”; dicha entrevista se publicó el pasado 23 de diciembre de 2021 en la página web de la revista y la publicación física en la revista se realizará en enero de 2022.

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 2021 son:

El jueves 2 de diciembre se llevó a cabo el Primer Foro sobre Innovación para la Industria de la Construcción, organizado por la Dirección de Gestión Tecnológica del CICY. Esta primera edición del Foro permitió reunir a más de 50 actores del área de la construcción; el 70% de ellos del sector privado: directivos, gerentes, responsables de área, administrativos, personal operativo y emprendedores); mientras que el resto estuvo conformado por académicos, estudiantes y profesionistas ejerciendo en este importante campo en el sector público, si bien la mayoría de los asistentes provenían de Yucatán (60%), el alcance de la convocatoria permitió tener participantes de todo el país, con representantes de Ciudad de México, Quintana Roo, Baja California Sur, Hidalgo y Chihuahua, entre otros 7 Estados de la República. El Foro permitió detectar áreas de oportunidad, posibles colaboraciones y generar cercanía con el sector, lo cual es muy importante para el CICY, ya que permite fortalecer la vinculación con los diferentes sectores y eventualmente generar tecnologías que puedan ser más fácilmente adoptadas por la industria. El foro se desarrolló en un programa específico, que comenzó con las presentaciones de las diferentes tecnologías, y continuó con sesiones de *networking*, donde los participantes tuvieron acceso a diferentes salas para intercambiar dudas y comentarios con cada uno de los expositores, bajo la moderación del personal de la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) del CICY. De esta manera, el Foro se constituyó tanto como un escaparate para la oferta tecnológica del CICY, como en un espacio para intercambiar ideas y detectar las necesidades de la industria.





Como parte de los objetivos de la oficina para dar a conocer y promocionar los servicios del CICY y generar posibles vinculaciones con el sector productivo, del 8 al 10 de septiembre del 2021, se llevó a cabo la organización y participación del personal en el festival Internacional virtual de emprendimiento innovador INCMty 2021, este año tuvo como tema: Creating Change and Buildings Opportunities. El evento estuvo dirigido a emprendedores, líderes, inversionistas, corporativos, pymes, estudiantes y académicos. Dentro del festival se dividió en distintos pabellones. El CICY, participó con un stand virtual en el Pabellón Sureste del festival y desarrolló 6 transmisiones en vivo, 12 conferencias de innovación y emprendimiento, videos informativos y promoción de nuestros productos y servicios.

El personal de la OTT participó en el Congreso de la Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología de México RED OTT 2021, evento efectuado del 8 al 12 de noviembre de 2021, en donde convergen actores del ecosistema de innovación del país, entre ellos las principales Oficinas de Transferencia. La OTT participó con un stand virtual para mostrar las fortalezas del Centro, así como de la oferta de servicios que ofrece el CICY en sus Unidades de Producción y en la Oficina de Transferencia de Tecnología. Para continuar fortaleciendo y actualizar los conocimientos del personal, se asistió a las ponencias y talleres que se impartieron durante el evento.

Se gestionó la propuesta de Inventario Tecnológico, a través de la Plataforma de Aceleración de Tecnologías (PACT), espacio donde convergen tecnologías ofertadas y el sector empresarial, con la finalidad de que exista una transferencia tecnológica del Centro a la industria. La información que se debe subir en la plataforma está planeada por etapas, por lo que en esta etapa se realizó una capacitación a los miembros del equipo que apoyarán en subir la información en el sistema, así como se dio de alta al CICY y se comenzó a solicitar y capturar información que integrará el perfil del Centro.

En el año 2021, 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 viabilidad y consolidación de las Unidades de apoyo al sector social y productivo (UASSP) para su óptimo funcionamiento y potencializar sus capacidades productivas.

Se llevaron a cabo 3 sesiones del Comité de Innovación en los que fueron analizados los siguientes temas:





- Análisis de los activos de Propiedad intelectual a renovar en 2021
- Informe Aquox® / Rotoplas
- Proyecto cocotero:
 - Informe de Proyecto con AMEXCID para Trinidad y Tobago
 - Propuesta Coconut II, Proyecto con *International Trade Center*
- Proyecto promotor: Análisis de mercado para evaluar los posibles beneficios de patentar la tecnología del Promotor ante la Oficina Europea de Patentes.

En la sesión 2021 del Consejo de Administración de Economía del Conocimiento (CAEC), se llevó el tema: Análisis de la propuesta a empresa “Los Danzantes” para compra-venta de plantas de mezcal.

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.

5.2.3 Instrumentos Jurídicos

La oficina de asesoría legal brinda certeza jurídica y apoya al Centro 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 2021 se firmaron 83 convenios de los cuales ocho son internacionales y 75 son nacionales (Tabla 11); de los 75 nacionales, 45 aplican al indicador de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social económica o ambiental. Mediante los instrumentos jurídicos suscritos se logró captar recursos económicos hasta por la cantidad aproximada de \$1´921,974.76.



Tabla 11. Concentrado de instrumentos jurídicos suscritos en el año 2021.

TIPO DE CONVENIO	CONVENIOS DE COLABORACIÓN, COOPERACIÓN Y COORDINACIÓN ACADÉMICA, CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA			CONVENIOS DE CONFIDENCIALIDAD Y SECRECÍA			SUMA DE TODOS LOS CONVENIOS
	PÚBLICOS	PRIVADOS	TOTAL	PÚBLICOS	PRIVADOS	TOTA	GRAN TOTAL
Convenios Nacionales	32	16	48	22	5	27	75
Convenios Internacionales	5	3	8	0	0	0	8

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
- Organismo de Verificación de Gases de Efecto Invernadero (OVGEI)
- Biofábrica
- Unidad Productora de Semillas (UPS)

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

5.2.4.1 Laboratorio de GEMBIO

El Grupo de Estudios Moleculares Aplicados a la Biología (GeMBio) tiene dos funciones principales:





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

La Tabla 12 presenta los resultados del ejercicio 2021 del laboratorio GeMBio:

Tabla 12. Servicios realizados por Gembio al sector social y productivo en el año 2021.

Tipo	Actividad	Monto Ingresado (MN)
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico y detección de fitopatógenos por métodos moleculares y/o morfo-fisiológicos; • Identificación molecular (a especie) de patógenos de plantas; • Pruebas de efectividad biológica <i>in vitro</i> de insumos agrícolas para el control de plagas y enfermedades; • Asesorías de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos comerciales. • Determinación de huellas genéticas en papaya 	\$ 713,611.96
Cursos de educación continua	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de Jardines y plantas ornamentales 1. • Manejo de Jardines y plantas ornamentales 2. • Técnicas moleculares aplicadas al diagnóstico, identificación y caracterización de fitopatógenos. • PCR tiempo real: Diagnóstico, cuantificación de fitopatógenos y diseño de iniciadores. • Manejo Integrado de plagas y enfermedades de chile habanero 	\$101,630.00
Total	Ingresos Propios	\$ 815,241.96

- En total se brindaron 29 servicios (con diferentes números de pruebas y ensayos cada uno), a 8 clientes diferentes, la mayoría de los cuales son recurrentes y todos son empresas muy grandes con presencia en varios estados. Los servicios del laboratorio GeMBio impactaron a un aproximado de 33,400 usuarios de al menos 7 estados diferentes de la República mexicana (Yucatán, Campeche, Q. Roo, Tabasco, Veracruz, Chiapas y Jalisco).
- Adicionalmente, se prestaron servicios internos que, si bien no son pagados al laboratorio GeMBio, representan una importante contribución de GeMBio al





desarrollo científico y tecnológico de la institución. Dentro de estos servicios internos se incluye 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.

Dentro de los proyectos en los que participó GeMBio, se realizó:

- Entrega de informe técnico final de “Estudio de la diversidad genética encontrada de al menos los 80 mejores genotipos establecidos en el banco clonal de *Gmelina arborea* para plantaciones forestales comerciales en el sureste de México” (Proyecto CONAFOR).
- Entrega de informe técnico final de “Estudio de la diversidad genética encontrada de al menos los 20 mejores genotipos establecidos en el banco clonal de *Eucalyptus urophylla*” (Proyecto CONAFOR).
- Presentación de resultados del subproyecto denominado “Caracterización Molecular y Determinación de la Variabilidad Genética de Palma de Aceite en México Mediante el Uso de Microsatélites. Se hizo una reunión virtual con productores de Palma (FEMEXPALMA) y diferentes instituciones, así como público en general, el 11 de junio de 2021 (participación de 37 asistentes).
- En el marco del Proyecto “Evaluación de estrategias de manejo de la enfermedad de cuello y raíz causada por *Kretzschmaria zonata* en teca (*Tectona grandis*) en el trópico y subtrópico de México”, financiado por el Fondo Sectorial Conacyt-Conafor 2017-3-292434, se impartió un curso de capacitación “Problemática de la pudrición de cuello y raíz causada por *Kretzschmaria zonata* en teca y estrategias para su manejo” 12 y 13 de agosto de 2021, al que asistieron 12 personas provenientes de oficinas centrales CONAFOR pertenecientes a las gerencias de Plantaciones Comerciales, Sanidad forestal y Transferencia de tecnología, asistió también personal de la delegación Estatal de Conafor en Yucatán, Personal técnico del programa Sembrando Vida, así como personal técnico de las empresas Agropecuaria Santa Genoveva y Bienes Ecoforestales.

5.2.3.2 Laboratorio de Metrología

Durante el 2021, se llevó a efecto una reestructuración en la organización del laboratorio de Metrología, con la finalidad de realizar una nueva distribución de actividades y responsabilidades de coordinación para atender los asuntos relacionados con el Sistema de Gestión y la posibilidad de integrar servicios de verificación de Gases de Efecto Invernadero (OVGEI) o algún otro servicio relacionado con la experiencia y conocimientos del personal.





Esta reorganización considera un área de Servicio al Cliente y la distribución en dos líneas de procesos generales o grupo de servicios: en la primera de ellas flujo, masa y volumen, y en la segunda las magnitudes de óptica, presión, química, temperatura y servicios de mantenimiento.

Los principales beneficios esperados con esta reorganización son:

- Establecer un plan de negocio para actualizar los montos de inversión con respecto al tiempo de retorno.
- Aumentar la capacidad del personal para la incorporación de nuevos servicios.
- Implementar mejoras para atender las áreas de oportunidad, tales como:
 - o Reducir los tiempos de respuesta para programación de servicios.
 - o Revisar los factores que no permiten agilizar la respuesta de programación, tomar acciones de corrección.
 - o Cumplir los tiempos de entrega de certificados.

Durante 2021, los servicios atendidos por el laboratorio de Metrología corresponden a un total global fue de 1111 instrumentos y 587 órdenes de servicio; los ingresos generados en 2021 correspondieron a \$2,234,351.62 MN. En la Tabla 13 y la Tabla 14 se muestra el desglose por grupo de servicios. La Tabla 15 muestra el desglose del ingreso por trimestre del Laboratorio de Metrología.

Tabla 13. Detalle de servicios del laboratorio de Metrología para 2021.

MAGNITUD	INSTRUMENTOS	ORDENES DE SERVICIO
FLUJO	34	28
MASA	654	215
VOLUMEN	11	48
TOTAL GENERAL	699	291

Tabla 14. Detalle de servicios del laboratorio de Metrología para 2021

MAGNITUD	INSTRUMENTOS	ORDENES DE SERVICIO
OPTICA	10	8
PRESIÓN	36	22
QUÍMICA	0	4





MAGNITUD	INSTRUMENTOS	ORDENES DE SERVICIO
TEMPERATURA	345	251
MANTENIMIENTO	21	11
TOTAL GENERAL	412	296

Tabla 15. Ingreso Trimestral 2021

ÁREA	PRIMER TRIMESTRE	SEGUNDO TRIMESTRE	TRECEER TRIMESTRE	CUARTO TRIMESTRE	TOTAL
FLUJO/VOL/MASA	\$ 397,814.00	\$409,002.20	\$328,445.19	\$ 230,925.32	\$1,366,186.70
TEMP/QUIM/OPT/ PRES/MTTO	\$ 349,183.37	\$214,075.39	\$172,475.46	\$ 132,430.70	\$868,164.92
TOTAL	\$ 746,997.37	\$623,077.59	\$500,920.65	\$ 363,356.02	\$2,234,351.62

Además, se lograron otros avances como son:

- El pasado mes de mayo, se realizó la reevaluación para mantener la acreditación en las 6 magnitudes.
- En el sistema de gestión se han estado modificando los procesos para reducir los tiempos de respuesta de las actividades administrativas internas.
- Con el uso de aplicaciones y calendarios se ha podido llevar un mejor control de las citas con los clientes.
- Incorporación de un nuevo integrante del personal técnico para el área de Temperatura y Química.
- El área de temperatura y volumen participaron en los Ensayos de Aptitud, obteniendo resultados satisfactorios.

5.2.3.3 Organismo de Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (OVGEI)

En 2021 se detuvieron temporalmente las actividades del OVGEI, con la finalidad de identificar los recursos necesarios y las acciones para integrar un grupo verificador y reactivar la acreditación de los servicios. En el segundo semestre de 2021 se realizó un análisis sobre las necesidades y costos que implica la reactivación de los servicios de OVGEI. De manera general se requiere reducir los alcances acreditados o formar personal de Metrología para realizar verificaciones. Para esta segunda opción, 4 integrantes cumplen





con los requisitos mínimos del perfil de verificador y sólo uno de ellos tiene experiencia en el área.

El estimado de los costos de reactivación ascienden a \$ 491,000.00 pesos, considerando los costos de capacitación de personal. Adicional a estos factores, se recomendó evaluar la demanda del mercado para los sectores acreditados.

5.2.3.4 Biofábrica

Durante el año 2021, la Biofábrica del CICY se ha consolidado como unidad de producción para la micropropagación de los cultivos de interés comercial como henequén, mezcal, banano y cocotero. Particularmente se ha trabajado fuertemente para cumplir con los compromisos del contrato de compraventa de plántulas de henequén con la empresa SISAL FLOORINGS YUCATAN S.A. DE C.V., que beneficiará a productores locales y reforzará la cadena productiva del henequén. En dicho proyecto se establecieron objetivos y metas con la probabilidad de extenderse de forma multianual. Durante todo el año, se trabajó en la producción y entregas de henequén, en total se entregaron 310,000 vitroplantas comprometidas en dicho proyecto.



Figura 29. Plántulas de henequén producidas en la Biofábrica del CICY.

Una vez finalizada la transferencia tecnológica del protocolo de micropropagación de agaves mezcaleros, durante 2021 se ha trabajado en el mantenimiento y producción de plántulas de mezcal.





En el año 2021 se obtuvo una producción de agaves mezcaleros de 80,000 plantas perfectamente aclimatadas y listas para comercializar, en trabajo conjunto con el grupo de investigación y después de varias reuniones con una empresa con sede en Oaxaca, se concretó la venta de 40,000 agaves mezcaleros aclimatados, la cual, tiene como fin entre otros, beneficiar al productor entregándole estas plantas listas para su plantación final. Dicha empresa ha mostrado interés en adquirir 40,000 vitroplantas aclimatadas más, así como firmar un contrato de vitroplantas para el 2022.

De manera adicional, como se indica en la Tabla 16, en el periodo se han vendido 900 plantas de banano, que, sumadas a las plantas de henequén y mezcal han significado un ingreso de \$1,506,300.00 MN para la Biofábrica.

Tabla 16. Venta e Ingresos de la Biofábrica del CICY en el ejercicio 2021

Cultivo	Venta	Ingreso
Henequén	310,000	\$1,240,000.00
Mezcal	40,000	\$260,000.00
Banano	900	\$6,300.00
Total	350,900	\$1,506,300.00

Otro de los proyectos emblemáticos de la Biofábrica es el Proyecto con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) en el programa de concurrencia con la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Yucatán (SEDER) denominado "Proyecto Estratégico de Innovación y desarrollo tecnológico de cultivos seleccionados para la Península de Yucatán", en el cual se contempló la producción y entrega a pequeños productores de 170,100 plantas de achiote, comprometidas para entrega a partir de abril del 2021. El proyecto de achiote representó un gran reto institucional, pues tras los eventos acaecidos en 2020, a inicios de año se contaba únicamente con 40,000 plantas, las cuales correspondieron a las primeras entregas. Para asegurar el éxito, se conformó un Grupo Asesor que permitiera mejorar las estrategias de cultivo y manejo de las plantas de achiote. Para lograr este objetivo, se sembraron más de 1,500 charolas con 300,000 semillas de achiote, obteniendo de esta manera 152,800 plantas en invernadero. Las cuales fueron entregadas mediante un estricto programa y en su totalidad a todos los productores. Con el esfuerzo conjunto y el apoyo de otras áreas del CICY, como el Banco de Germoplasma y





el departamento de Servicios Generales, se concretó la entrega total de plantas en tiempo y forma.



Figura 30. Plantas de achiote producidas en la Biofábrica del CICY.

5.2.3.5 UNIDAD PRODUCTORA DE SEMILLAS (UPS)

Las actividades de la Unidad Productora de Semillas del CICY en 2021 se han enfocado en dos rubros principales: la venta de semillas de la variedad Kisin (Figura 31) y Mayan Ba'alché, así como el procesamiento de más de 2 toneladas de fruto para una empresa privada. Durante el primer semestre del año, se pudo realizar la contratación de un Técnico encargado de la operación de la UPS que, con su experiencia y conocimiento, ha enriquecido los procesos que se realizan en la Unidad, además de fortalecer con su participación el proyecto de la Biofábrica para la producción de plantas de achiote.

Con la finalidad de mejorar el canal de ventas de las semillas de chile habanero, en conjunto con la OTT del CICY, se diseñó un apartado particular en la página de internet (Figura 32) del CICY para promocionar la venta de las variedades de semillas y se estableció una modalidad de atención a clientes mediante telefonía WhatsApp. La venta de semillas durante el año 2021 fue de 4,085 g de las variedades Kisin y Mayan Ba'alché, equivalente a \$49,020.00 pesos





Figura 31. Producto para venta, variedad Kisin



Figura 32. Estrategia de promoción en el portal web para venta de semilla

Dados los eventos meteorológicos del año 2020, la Tormenta Tropical Cristóbal y el Huracán Delta, las afectaciones sufridas en los principales Estados de la Península de Yucatán, donde se cultiva el 40% de la superficie nacional de chile habanero, impactaron a los productores de la región, mismos que sufrieron pérdidas económicas significativas y los obligaron a cancelar, o retrasar, numerosos proyectos. Atendiendo a esta situación, el CICY ofreció apoyo al Gobierno del Estado de Yucatán, para establecer en 2021 una estrategia que permita la recuperación de las plantaciones de pequeños productores de chile habanero en la región. En este tenor, el CICY donó al Gobierno de Yucatán 15.490 kg de semilla de la variedad Mayan Kisin. Esta semilla fue repartida entre pequeños agricultores del estado (Figura 33) para el siguiente ciclo productivo.



Figura 33. Entrega de semilla de chile habanero variedad Mayan Kisin a pequeños productores en colaboración con SEDER, INIFAP y municipio de Tekax.

Se realizó la donación de 40 K de pericarpio a mujeres artesanas de la comunidad de Cuzamá, entidad con la que CICY tiene una amplia trayectoria de vinculación. Este grupo, de mujeres, denominado “COZOM IC”, tienen como proyecto la transformación de chile en productos de valor agregado como salsas y conservas. Con esta donación, el CICY apoya a la economía de la gente y promueve un posible subproducto del procesamiento.





Figura 34. Semilla en donación para productores damnificados de Yucatán, recibida por la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado.

Para garantizar la calidad de las semillas disponibles para venta, de manera periódica se realizan ensayos de germinación de las mismas. Conforme los resultados, se toman decisiones para el mantenimiento de las variedades y su disposición para venta. Este estudio se realiza como una buena práctica de rutina para asegurar la calidad de la conservación de la semilla.

En términos del servicio para el procesamiento de semilla de chile habanero, se ha trabajado con la empresa Invernaderos Mayapán, es importante recalcar que dicha empresa tiene como requisito la certificación de su semilla para comercializarla, es por esto que, como parte de su proceso, tiene la necesidad de cubrir ciertos estándares de calidad





que solo la UPS le puede brindar. En este proceso de certificación del productor, se recibió la visita de expertos en certificación del SNICS, dando como resultado la aprobación inmediata del procesamiento. En total el fruto maquilado fue de 2.4 t, lo que ha representado un ingreso por \$94,041.20 MN.



Figura 35. Primer lote de procesamiento de semilla para Invernaderos Mayapán

5.2.4 Vinculación

Durante el 2021, se han logrado concretar diversas acciones de vinculación en las Áreas y Unidades del Centro. A continuación, se describen diversas de ellas, correspondientes a vinculación en temas ambientales, sociales, con el sector empresarial y vinculación con instancias internacionales.

En temas de vinculación ambiental, a través de convenios de colaboración, la Unidad de Ciencias del Agua (UCIA) estableció programas de trabajo con el Instituto de Estudios del Acuífero Peninsular, A.C. con el objetivo de establecer un marco de colaboración para desarrollar actividades y proyectos académicos y de investigación en el ámbito de sus competencias. De manera similar, la UCIA estableció un Convenio Marco de Colaboración Académica, Científica y Tecnológica con el Instituto de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas del Estado de Quintana Roo, esto permitirá unir esfuerzos para organizar y desarrollar actividades, proyectos académicos y de investigación, teniendo como metas el fomento en la conservación y el uso sostenible de los recursos relacionados con el agua, el cuidado del medio ambiente, de los ecosistemas y la biodiversidad dentro de las áreas naturales protegidas estatales, zonas de influencia y, espacios de conservación de índole estatal, ubicadas en el estado de Quintana Roo. Así también, la (UCIA) formalizó y prestó servicios profesionales a la asociación Amigos de Sian Kaán A.C., a solicitud de esta, se llevó



a cabo un “Estudio prospectivo de diversidad y abundancia de las especies de peces con especial énfasis en la dinámica poblacional del pez sábalo (*Megalops Atlanticus*) en el área natural protegida estatal Laguna Manatí”.

Una de las principales acciones en materia de vinculación social, en la que el CICY refrenda su compromiso con la población de la región es el establecimiento de un laboratorio para la detección de COVID-19 en Cancún, Quintana Roo. En las instalaciones de la UCIA se realizaron todas las acciones para que en el segundo semestre del 2021 arranquen las pruebas de diagnóstico mediante RT-qPCR del virus SARS-COV-2. Este esfuerzo comenzó con la acreditación del laboratorio ante el InDRE, para proseguir con una minuciosa planeación de la logística para realizar el procesamiento de muestras de diagnóstico. Posteriormente, con el apoyo de la Dirección de Gestión Tecnológica, se realizaron los estudios de costos para determinar los precios del servicio de procesamiento de muestras de diagnóstico, tanto para el sector público, como para el sector privado. En una primera estrategia, se tocaron las puertas de las entidades públicas que realizan la prueba de diagnóstico entre la población de Quintana Roo, uno de los estados con mayor impacto de la enfermedad COVID-19. La respuesta por parte de la Secretaría de Salud del Estado y de las delegaciones regionales del IMSS e ISSSTE fue que tenían cubierta la demanda del servicio, por lo que se optó por identificar un socio en el sector privado. Se identificaron laboratorios clínicos interesados en el servicio y se establecieron procesos de diálogo y negociación con algunos de ellos. Durante el mes de octubre de 2021 comenzaron los esfuerzos para brindar el servicio de pruebas PCR para detección de COVID al personal de la institución; se llevaron a cabo reuniones periódicas con el equipo de trabajo, se realizó una investigación de mercado, usando información primaria: entrevistas, bases de datos, entre otros, con la finalidad de conocer si la comunidad del CICY estaría dispuesta a consumir dicho servicio, lo cual resultó positivo dando como resultado la propuesta de *marketing mix* y el trabajo en conjunto entre la UCIA, Dirección de Gestión Tecnológica, Divulgación, Dirección Administrativa y Servicios Generales; el 20 de octubre se publicó el primer aviso del servicio a través de un Hasnup’ Especial y con lo cual dio inicio el servicio y la puesta en operación del laboratorio.





Figura 36. Aviso Hasnup' Especial del servicio para la comunidad CICY

Con el inicio del servicio a la comunidad del CICY, se identificaron diversas áreas de oportunidad, las cuales fueron analizadas y se desarrollaron estrategias para su mejora. Se inició el proceso de generación de clientes externos para promover la oferta de servicios



Figura 37. Benchmarking de los diferentes tipos de pruebas para COVID -19 en el mercado comparados con el del Laboratorio de Biología Molecular (UCIA – CICY) e infografía del proceso de servicio de monitoreo a través de ensayo mediante PCR por muestras de saliva



En 2021, y como parte de la Planeación Estratégica, CICY ha establecido diferentes programas para articular las relaciones con los aliados estratégicos institucionales: instituciones públicas y privadas de alcance local, regional, nacional o internacional, que representan socios clave para el desarrollo de los proyectos científicos, tecnológicos, de innovación y de transferencia de conocimiento a los sectores social y productivo (Figura 38). Durante el año se realizaron gestiones con estas instituciones con la finalidad de establecer mesas de trabajo que permitan identificar áreas de colaboración en común, así como líneas de acción específicas para el alcance de los objetivos institucionales en la búsqueda del impacto social, ambiental, cultural y productivo en un entorno de articulación en el modelo de la pentahélice que incluya otras instituciones académicas, dependencias gubernamentales de los diferentes niveles local, estatal y federal, así como organizaciones públicas y privadas de la sociedad, considerando los factores medioambientales para la ejecución sustentable de los proyectos.



Figura 38. Aliados CICY

Una de las primeras actividades se basó en el acercamiento con programas Nacionales como el megaproyecto Tren Maya. En vinculación con FONATUR, se ha participado en diferentes iniciativas como aquellas vinculadas al aprovechamiento del árbol ramón. CICY participa en los grupos interinstitucionales para establecer foros que permitan la apropiación del conocimiento en torno a las posibilidades de aprovechamiento de la semilla del árbol ramón.



Adicionalmente, la institución ha emprendido la identificación y maduración de proyectos denominados proyectos emblemáticos, que se caractericen por un enfoque integral para la atención de necesidades sociales perfectamente identificadas y que permitan su atención desde diferentes ópticas a partir de la experiencia institucional para la aplicación del conocimiento. Estos proyectos son diseñados para presentarse ante diferentes agencias con la finalidad de articular esfuerzos en temas de relevancia regional y en los que la institución tiene gran experiencia. En el año 2021, los proyectos que se conceptualizaron en este sentido fueron sobre el cultivo de la palma jipi y el chile habanero. Para el primer caso, se preparó un proyecto en colaboración con otras instituciones de la región que incluyen al Instituto Tecnológico Superior de Campeche en Calkiní, Campeche y la Universidad del Caribe en Quintana Roo, para establecer un mecanismo que permita potenciar las actividades económicas alrededor de la palma jipi japa, que, al ser eminentemente artesanales, requieren una atención integral desde el cultivo, hasta la generación de modelos de negocios más redituables para los artesanos. Para el caso del cultivo de chile habanero, la Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas y la Unidad Productora de Semillas, diseñaron un proyecto para la generación de un híbrido de habanero de alto valor comercial, acompañado de acciones que detonen la actividad de grupos de mujeres mayas en el cultivo y aprovechamiento del chile habanero. La Dirección de Gestión Tecnológica encabezó diferentes acciones para presentar estos proyectos ante entidades diversas con la finalidad de recibir retroalimentación e identificar oportunidades de financiamiento para su ejecución. De esta manera, los proyectos fueron presentados ante la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior y la Secretaría de la Cultura y las Artes del Estado de Yucatán, el Instituto Yucateco de Emprendedores, así como ante las agencias internacionales ONU hábitat y UNESCO. Los diferentes diálogos y mesas de trabajo han brindado retroalimentación sobre la conceptualización de los proyectos, pero además han permitido el establecimiento de acciones iniciales en colaboración para 2022.

Como parte de las actividades de vinculación con el sector empresarial, la Dirección de Gestión Tecnológica estableció un plan de trabajo en conjunto con la empresa yucateca Kekén, líder en producción pecuaria en México, con el objetivo de identificar áreas de interés común para vislumbrar la posibilidad de realizar diferentes proyectos. Dentro de las primeras actividades, el CICY ha participado en la conformación de un consejo consultivo para el Área de Conservación Kinchil (ACK), unidad de protección ambiental de la empresa Kekén que tiene la misión de impulsar la realización de proyectos de investigación en el





ACK y generar conocimiento científico. Por parte del CICY, participarán en el consejo la Dra. Ivón Mercedes Ramírez Morillo, directora de la Unidad de Recursos Naturales, como consejera, y el Dr. Raúl Tapia Tussell, director de la Unidad de Energía Renovable, como suplente. Dentro de las iniciativas de la empresa, lanzó una convocatoria dirigida a las Instituciones de Educación Superior, así como Centros de Investigación de la península de Yucatán para presentar propuestas de proyectos de investigación, con el fin de generar conocimiento científico novedoso de la biodiversidad y recursos naturales propios del ACK, a cada proyecto elegido se le asignará un pago único de 50 mil pesos para su ejecución. Con el fin de diseñar proyectos pertinentes para el Área de Conservación Kinchil, el 18 de mayo se organizó una visita en la que participaron 8 integrantes de la comunidad académica del CICY de las unidades de Energía Renovable y Recursos Naturales. Esta visita permitió a nuestros investigadores la posibilidad de identificar temáticas de potenciales proyectos. Se sometieron 4 propuestas a la convocatoria, las cuales fueron evaluadas por el Consejo consultivo del ACK. La formalización de este plan se realizó en julio con la firma de un convenio de colaboración, en donde Kekén aprobó proyectos sometidos por académicos del CICY en la Convocatoria. Bajo este contexto, el 24 de noviembre se tuvo la visita de directivos de la empresa Kekén para firmar el inicio de los proyectos aprobados, los cuales son descritos en la Tabla 17.

Tabla 17. Proyectos aprobados en la convocatoria ACK

Título de la propuesta	Nombre del responsable	Unidad
Diversidad de microalgas planctónicas en cuerpos de agua del Área de Conservación Kekén	Dr. Antonio Almazán Becerril	Unidad de Ciencias del Agua
Listado florístico ilustrado del Área de Conservación Kekén, Yucatán	Dr. Germán Carnevali Fernández-Concha	Unidad de Recursos Naturales
Inventario de la diversidad de hongos macromicetos del ACK	Dr. Jorge Humberto Ramírez Prado	Unidad de Biotecnología
Inventario de la diversidad de hongos macromicetos del ACK Estudios hidrogeofísicos en el Área de Conservación Kekén (ACK)	Dr. Jorge Adrián Perera Burgos	Unidad de Ciencias del Agua





El seguimiento y captación de demandas de cocotero ha sido clave para continuar con las labores de la Oficina de Administración de Proyectos (OAP) de la OTT, con las empresas *Fyteia Capital* en Tabasco, *Lagos State University* de Nigeria, *Perfect Plants* de Holanda y a través del Acuerdo de Transferencia de Materiales con la Universidad de *Nottingham*.

Dentro de la vinculación con el sector productivo, mediante la coordinación de la DGT el Centro ha participado en acciones que permitan la interacción con socios estratégicos para la institución. Entre ellos: las empresas Kekén, Grupo Kenko, Top Travel Group o GSE Biomedical; entidades que apoyan el desarrollo de la innovación científica y tecnológica como el Consulado de EEUU, la fundación Río Arronte y Banco de México. Se coordinó una visita a la Cervecería Yucateca – Grupo Modelo con el objetivo de establecer posibles oportunidades de colaboración para el Grupo de Reciclado de la Unidad de Materiales como para la Empresa.

Un tema de vinculación interinstitucional de relevancia es el trabajo que, en el marco del SIIDETEY y bajo la coordinación de la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior del Estado de Yucatán, se ha venido desarrollando en torno al cultivo y explotación de derivados de cáñamo y cannabis. Se han sostenido reuniones entre diversas IES y CPIs de la región, así como actores relevantes en el tema, para revisar las líneas de incidencia y su pertinencia con el objetivo de estar preparados para participar en este tema cuando la situación jurídica así lo permita. En CICY se ha tomado la tarea en serio y se formó un Grupo para traer la discusión colegiada al interior de la institución sobre el tema cáñamo y cannabis.

En lo referente a vinculación internacional, el Grupo de Desarrollo de Negocios en colaboración con el equipo técnico liderado por el Dr. Carlos Oropeza, han trabajado fuertemente en el diseño de proyectos para incidir en la creciente demanda en el cultivo de cocotero. Estos proyectos se han analizado ante el Comité de Innovación del CICY, recibiendo retroalimentación con respecto a las mejores directrices que garanticen su éxito y minimicen riesgos institucionales. El primero de ellos de la mano del *International Trade Centre (ITC)*, que en el 2021 fue formalizado a través de la firma del *Memorandum of Understanding (MoU) del proyecto “Alliances for the Coconut Industry Development Expansion and Enhanced Support for the Caribbean” (Coconuts II) [B407]*, cuyo objetivo es establecer un esquema para la cadena de producción de plantas de cocotero por medio de micropropagación, así como el entrenamiento para la aclimatación del material biológico,





la proveeduría de brotes y la supervisión de la producción en dos países del Caribe: República Dominicana y Jamaica.

De forma paralela, en vinculación con AMEXCID, se diseñó un proyecto para ejecutar con el Ministerio de Agricultura de Trinidad y Tobago, el cual involucra el envío de plántulas de cocotero y el acompañamiento correspondiente en capacitación para su adecuado desarrollo, las reuniones para su presentación han sido postergadas y el CICY se encuentra en espera de la nueva fecha para dicho fin.

Asimismo, se propuso un *Memorandum of Understanding (MoU)* con el *International Coconut Community (ICC)* cuyo objetivo colaborar en investigación y desarrollo en la temática de cocotero para beneficiar a productores y a la industria.

Se gestionó el proceso de vinculación con LicenciArte, empresa que apoya en la monetización de patentes a través de Plataformas Internacionales como lo es IPwe INC; actividad estratégica para lograr el licenciamiento de un catálogo específico de tecnologías como lo son: Circuito electrónico, RAP 2 y Promotor. Durante el 2021 se hizo la gestión del Acuerdo en el cual se realizaron actividades de actualización de la información pues la empresa LicenciArte cambió a ser un intermediario, se realizaron nuevas actividades de negociación para lograr los acuerdos que se habían generado durante las reuniones del Comité de Innovación, se realizaron esfuerzos de Protección de Patentes Internacionales, el costeo y valuación de las tecnologías, entre otras actividades clave, dando como resultado contar con la última versión del Acuerdo Exclusivo Licenciarte para la Monetización de Patentes a través de Plataformas Internacionales, se espera que el 2022 ya sea firmado por ambas partes.

5.3 Logros Obtenidos

- El año 2021 ha representado retos institucionales, sin embargo, esto no fue obstáculo para que los trabajos realizados en materia de vinculación no tuvieran un impacto positivo. En los temas de innovación tecnológica, el personal de la Oficina de Transferencia de Tecnología ha podido acceder a capacitación por instituciones y organismos de alcance nacional e internacional en temas de Propiedad Intelectual, Innovación y Gestión de Proyectos tecnológicos. De acuerdo al compromiso constante por parte del equipo de Gestión Tecnológica en tema de preparación y mejora de las capacidades para la atención de los servicios que se brindan, es de



destacar el grado de Maestría en Administración de Negocios obtenido por una integrante de la OTT.

- En el rubro de fomento de la Innovación asociada a los desarrollos científicos y tecnológicos, es importante destacar el establecimiento de los “Seminarios de Innovación 2021” 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.
- En temas de Propiedad Intelectual, durante el ejercicio 2021 se concedieron tres patentes nacionales para tecnologías del CICY y una en Canadá en colaboración con otras instituciones aliadas. 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.
- Otro hito en tema de propiedad intelectual se encuentra en las gestiones para lograr el ingreso de la primera solicitud del CICY ante la Oficina Europea de Patentes, lo que fue posible gracias al diseño de las rutas de comercialización tecnológicas, que, avaladas en estudios de mercado, permiten identificar los mejores territorios de protección, y por lo tanto explotación comercial, de las tecnologías. Es importante señalar, que estas estrategias internacionales no descuidan los planes a nivel nacional, siendo la prioridad del CICY generar impacto a nivel local y regional.
- A pesar de que muchas instituciones públicas y privadas siguen operando de manera ralentizada por la situación de la pandemia, el CICY ha realizado esfuerzos para mejorar sus indicadores, particularmente el de transferencia de conocimiento. Durante el año 2021 y gracias al esfuerzo conjunto de las distintas áreas operativas del Centro, se pudo incrementar el indicador de contratos o convenios de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social económica o ambiental, alcanzando el 280% del indicador, el cual durante 2020 fue muy bajo por el cierre de actividades debido a la emergencia sanitaria.
- Dentro de las actividades para fomentar la vinculación social, es importante destacar la iniciativa de la institución para entablar un programa de colaboración con el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES), perteneciente a la Secretaría del Bienestar, para el establecimiento de un Nodo de Impulso a la Economía Social y



Solidaria. El proyecto tiene como objetivo el crear alianzas regionales con el sector educativo, gubernamental y organismos del sector social, para la conformación del NODESS iik habanero, cuya misión es, diseñar, fomentar, impulsar y generar acciones estratégicas necesarias, para, mejorar las actividades económicas de pequeños productores organizados de los municipios de Yucatán, realizando acciones metodológicas desde las siguientes estrategias: investigación, divulgación, difusión y publicación, fortalecimiento y acompañamiento, emprendimiento colectivo y cultura de paz. La alianza formada (Figura 39) para atender el proyecto lo encabeza la Dirección de Gestión Tecnológica del CICY, en colaboración con el H. Ayuntamiento de Tekax, el Instituto Yucateco de Emprendedores, la Universidad Tecnológica Regional del Sur y los productores de chile habanero de la comisaria de Tixcuytún, en el municipio de Tekax, Yucatán, sede del arranque del proyecto. Durante 2021 se realizaron las acciones para conformar la alianza y presentar la carta de intención ante el INAES para la conformación del Nodo. Se recibió la aprobación por parte del Instituto y se preparó el plan de trabajo para el proceso de propedéutico del NODESS, para lo cual se conformó el equipo operativo del Nodo, en el que participan académicos del CICY de las áreas de UBBMP, GeMBio, UPS y UER. El plan de trabajo fue aceptado por INAES y se recibió la aprobación para la conformación del preNODESS. El proyecto se desarrollará en su primera etapa en 2022, la cual, tiene una duración de seis meses. Al terminar esta etapa y cumplir con todas las actividades comprometidas, el NODESS se incluirá en la Red Nacional de Nodos, conformándose formalmente como Nodo de Impulso a la Economía social y solidaria reconocido por INAES, donde el CICY tiene como principal misión establecer sinergia con otras instituciones en los sectores gubernamentales, académicos y sociales, para la transferencia del conocimiento en un sentido pertinente para la solución de problemas reales.



Figura 39. NODESS

Para el caso de los servicios de calibración proporcionados por el Laboratorio de Metrología, en 2021 se llevó a cabo la reevaluación ante la entidad mexicana de acreditación para mantener la acreditación en 6 magnitudes. La evaluación resultó ser satisfactoria con cero no conformidades, a pesar de los problemas de mantenimiento correctivo constante en los equipos. Esto ha sido posible gracias a que el personal ha logrado que los resultados sean confiables y cumplan con los requisitos normativos, reafirmando el compromiso con los servicios de calidad y la mejora continua de los procesos.

Asimismo, se entregaron en tiempo y forma los siguientes informes técnicos y de proyectos, que se han desarrollado en el laboratorio GemBlo:

- “Estudio de la diversidad genética encontrada de al menos los 80 mejores genotipos establecidos en el banco clonal de *Gmelina arborea* para plantaciones forestales comerciales en el sureste de México” (Proyecto CONAFOR).
- “Estudio de la diversidad genética encontrada de al menos los 20 mejores genotipos establecidos en el banco clonal de *Eucalyptus urophylla*” (Proyecto CONAFOR).





5.4 Impactos Generados

En el año 2021, los servicios otorgados por las Unidades de Servicio han beneficiado a diferentes sectores de la población y del sector productivo. Para el caso de GeMBio se ha impactado a 33,400 usuarios de al menos 7 estados diferentes de la República mexicana (Yucatán, Campeche, Q. Roo, Tabasco, Veracruz, Chiapas y Jalisco).

Para los servicios de Metrología, el impacto ha sido sobre 258 clientes, correspondientes a empresas de la región, principalmente en los sectores: Manufactura, Alimentos, Combustibles, Salud, Servicios (agua potable, laboratorios clínicos y ensayos).

Por su parte, la Biofábrica del CICY ha cumplido con el compromiso institucional como suministrador de plantas de achiote a 71 pequeños productores en el marco del “Proyecto Estratégico de Innovación y desarrollo tecnológico de cultivos seleccionados para la Península de Yucatán”, como una alternativa más para mejorar y reactivar la economía de las familias del campo yucateco y la importancia de este colorante natural para el medio ambiente, que a través de este proyecto, ayudará a combatir la deforestación, que está ocasionando cambios significativos en nuestro planeta, además de contribuir a fijar el carbono y ofrecer mayores nutrientes al suelo, para mejorar y obtener mejor rendimiento de la tierra. Durante el desarrollo del mismo se tuvo el privilegio de beneficiar con más de 170,000 plantas de alto valor genético a estos productores. Los resultados han sido hasta la fecha muy satisfactorios tal como lo han expresado los mismos beneficiados.

5.5 Dificultades superadas

Durante el año 2021 los apoyos y servicios que brinda la DGT han continuado enfrentando los retos que supone la nueva normalidad. No obstante, las actividades se han organizado apropiadamente para que las afectaciones sean las menores posibles.

En el laboratorio de Metrología, las principales dificultades están relacionadas con el envejecimiento de la infraestructura. Tal es el caso del baño usado para calibrar termómetros, el cual ha sido reparado, sin embargo, su sustitución es apremiante. Caso similar a los vehículos con que cuenta el laboratorio, los cuales siguen presentando fallas continuas, restando certidumbre para la seguridad en los viajes. Además, una balanza usada para servicios de calibración de pesas empieza a presentar necesidades de mantenimiento correctivo. Como se mencionó anteriormente, a pesar de estas dificultades, el laboratorio superó la evaluación para mantener la acreditación en las 6 magnitudes que





maneja el laboratorio, obteniendo un resultado satisfactorio y con cero no conformidades. Por condiciones de reestructuración del equipo verificador, durante el ejercicio 2021 se suspendió temporalmente la acreditación del Organismo Verificador de Gases de Efecto Invernadero (OVGEI), por lo que no se están ofreciendo servicios; el equipo de Metrología trabaja en un plan para analizar la pertinencia de reabrir los servicios para 2022.

La Biofábrica logró superar múltiples retos para la producción de achiote, inicialmente se presentó un bajo porcentaje de germinación en semillas aunado a la presencia de hongos, mosquita blanca y otras plagas por mal estado de los invernaderos (techo roto). Además, nos enfrentamos a la inexperiencia de los jornaleros en el trasplante y una tasa de mortalidad del 25% de las plantas a inicio de año. Esto nos hizo constituir un programa muy estricto para el cultivo de las plantas de achiote a partir de marzo 2021 y se estableció un Grupo Asesor conformado por personal de diversas áreas del CICY con amplia experiencia en temas agronómicos. Finalmente, con un importante esfuerzo institucional y con el apoyo de personal del Banco de Germoplasma y Servicios Generales, se logró realizar con gran éxito la producción de plantas de achiote y se cumplió con el programa de entregas establecido.

Para el caso de la Biofábrica, la producción estuvo vinculada desde su creación a la contratación del personal operativo mediante la figura de servicios externos especializados, mejor conocidos como outsourcing. Sin embargo, en 2021, tras la actualización de la Ley Federal del Trabajo, ya no fue posible mantener el contrato, poniendo en riesgo la productividad y, por lo tanto, el cumplimiento de los compromisos adquiridos por parte de la Unidad de Producción. Gracias a las gestiones institucionales con Conacyt y la Secretaría de Hacienda, fue posible formalizar la contratación del personal operativo de la Biofábrica en la modalidad de eventual, lo que permitió continuar la operación del laboratorio y el cumplimiento de los contratos de producción de plantas en tiempo y forma.

En la UPS se enfrentaron daños en el equipamiento e infraestructura, por ejemplo, en el equipamiento de procesamiento de semilla, fallos en equipo de germinación y mal funcionamiento de los equipos de aire acondicionado. Con la atención del grupo de Instrumentación del CICY se han podido subsanar algunas de estos desperfectos, en otros casos, se han recurrido a alternativas para el procesamiento de la semilla. Además, se ha contado con el apoyo del Banco de Germoplasma para la realización de las pruebas de germinación de los lotes de semilla de chile habanero que se tienen en inventario.





GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Sesión Ordinaria del
Comité Externo de
Evaluación 2022

Finalmente, en la DGT se cuenta con un personal limitado para la atención de las actividades en la Oficina para la Protección de la Propiedad Intelectual y la Oficina de Transferencia de Tecnología. A pesar de esto se ha dado seguimiento en tiempo y forma al programa de trabajo. Para subsanar esta debilidad, en el segundo semestre del año se concretó la contratación de un Gestor de Proyectos y Analista en Inteligencia de Mercados para la OTT. Se cuenta con un plan institucional para la incorporación de un técnico especialista en las áreas de electrónica y metal-mecánica como Gestor de Propiedad Intelectual para la OPPI, esperando se pueda concretar en el primer semestre de 2022.





6. DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

La Divulgación de la Ciencia, además de ser uno de los objetivos estratégicos del Centro, es una función esencial que aporta para el aprovechamiento de los resultados de investigación científica, desarrollo tecnológico, innovación y formación. 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; para alcanzar este objetivo, el Centro lleva a cabo diversas acciones para acercar los resultados de su quehacer en diferentes segmentos de la sociedad, como por ejemplo, entre los jóvenes con el fomento a la vocación científica, en la población económicamente activa, acercándoles innovaciones y resultados para la mejora de sus actividades y en los tomadores de decisiones públicas, haciéndoles disponibles información que soporte sus intervenciones considerando los mejores beneficios para la población.

6.1 Aspectos Relevantes

Durante el 2021, la Divulgación Científica en el mundo ha seguido dando un espacio importante a la explicación y entendimiento del COVID-19, enfermedad ocasionada por el virus SARS-CoV-2; de igual forma el CICY se ha involucrado en la atención a esta necesidad de la sociedad, participando activamente en dar a conocer sus aportaciones en este tema, sin dejar de lado lo generado en sus líneas de investigación. El resumen de actividades realizadas sobre esta temática se puede observar en la Tabla 18.

Tabla 18. Actividades de divulgación científica sobre COVID-19 y su impacto

Actividad	Personal Académico	Impacto
Plática: Agua residual y el SARS-CoV-2	Dra. Cecilia Hernández Zepeda / Unidad de Ciencias del Agua	<ul style="list-style-type: none"> 3700 personas alcanzadas
Boletín de prensa: Personal científico del CICY detecta SARS-CoV-2 en aguas residuales	Dra. Cecilia Hernández Zepeda / Unidad de Ciencias del Agua	<ul style="list-style-type: none"> 7 millones personas alcanzadas
Infografía: Agua residual y el SARS-CoV-2	Dra. Cecilia Hernández Zepeda / Unidad de Ciencias del Agua	<ul style="list-style-type: none"> 6,384 personas alcanzadas





Actividad	Personal Académico	Impacto
Boletín de prensa: CICY obtiene un promotor inducible con aplicación en producción de proteínas de importancia socioeconómica	Dra. Virginia Aurora Herrera Valencia / Unidad de Biotecnología	<ul style="list-style-type: none"> 1.6 millones personas alcanzadas
Boletín de prensa: CICY trabaja en el desarrollo de tecnología ultrasensible para la detección de SARS-Cov2, a través de fluorescencia	Dr. Luis David Patiño López / Unidad de Energía Renovable	<ul style="list-style-type: none"> 45 mil personas alcanzadas

Para mejorar la cobertura de las acciones de Divulgación se establecieron nuevas estrategias para la generación de campañas digitales de divulgación de la ciencia, mismas que se construyeron desde una perspectiva multidisciplinaria. Así también, se realizaron acciones de capacitación para mejorar capacidades e incentivar la participación del personal académico en esta importante actividad.

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

6.2 Resultados Obtenidos

6.2.1 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 en medios y redes sociales facilitando la divulgación de la ciencia realizada en CICY. Durante el 2021 la presencia en medios hacia el exterior se vio reflejada con la emisión de 458 notas, 52 entrevistas en televisión (TV azteca, Televisa, Teletrece, SIPSE, Ingenio Viral, entre otros), 91 entrevistas en radio (Radio Fórmula, Radio UADY,





Cadena Raza y Radio Yucatán), 41 boletines de prensa, 603 en las redes sociales y 4 espacios de colaboración (Tabla 19).

Tabla 19. Presencia en medios 2021

Presencia en medios	Cantidad
Notas	458
Radio	91
Televisión	52
Boletines de prensa emitidos por el CICY	41
Redes sociales	603
Colaboraciones y espacios del CICY	4
Total	1249

En lo que respecta a redes sociales, durante 2021 se continuó con el incremento en el número de seguidores, alcanzando 41,921 usuarios que siguen al Centro en todas sus redes sociales Figura 40.

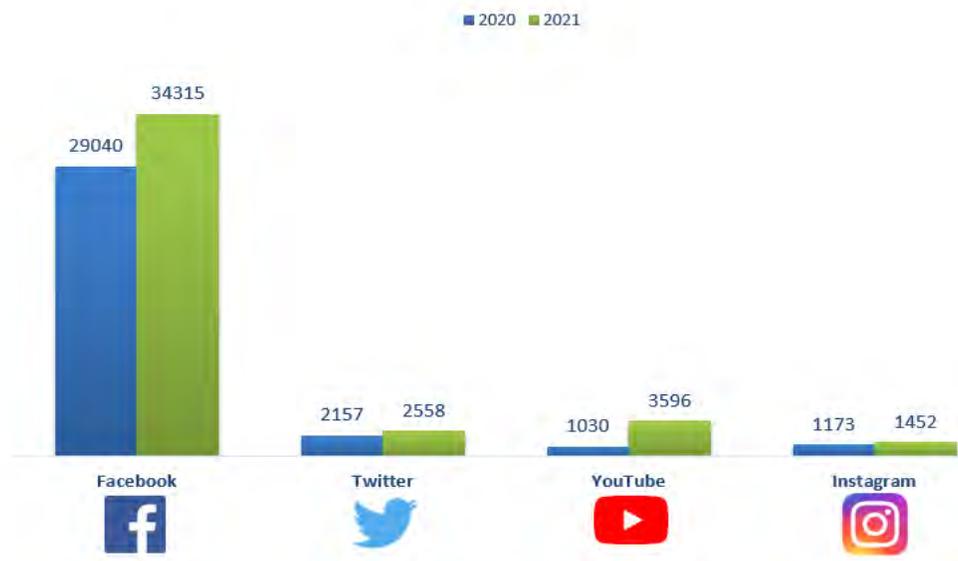


Figura 40. Crecimiento 2020-2021 en el número de seguidores en redes sociales.





Así mismo, durante el año que se reporta, se fortaleció la presencia del CICY en los medios digitales, ya que la empresa Facebook verificó la cuenta del Centro (@CICYoficial) en dicha red social, poniendo la “palomita azul”, elemento que permite al CICY ser más identificable y fácil de encontrar, dándole mayor credibilidad en el plano de los medios sociales digitales.



Figura 41. Sitio en Facebook verificado como auténtico del Centro

Debido a la nueva normalidad que se vive en el mundo, el aprovechamiento de las redes sociales fue fundamental, de esta manera, Facebook se convirtió en la red social más utilizada por la comunidad como herramienta para la realización de eventos de divulgación del conocimiento, de esta forma, se realizaron 79 transmisiones en vivo de diversos eventos, pláticas, conferencias, seminarios, etc., dando continuidad a la atención de eventos institucionales por parte de la comunidad CICY, logrando con ello conseguir llegar a nuevos públicos y a tener asistencia récord en conferencias y eventos académicos obteniendo un alcance de 156,722 visualizaciones.

Durante el 2021, con la optimización y uso de las redes sociales, se llevó a cabo la campaña *Ciencia para ti*, usando la estrategia de divulgación multidisciplinaria, donde colaboran los científicos y científicas del Centro, con el fin de poner en contexto el conocimiento científico a la sociedad en general, a través de mensajes claros y accesibles en redes sociales, los temas abordados fueron *Chiles habaneros híbridos*, *El Karst*, *La Biofábrica* y *El Sargazo*.





Figura 42. Campaña Ciencia para ti

6.2.2 Actividades de Divulgación

El Centro produjo, durante 2021, 60 artículos de divulgación. Cabe destacar que el CICY cuenta con una publicación semanal de divulgación, denominada “Desde el Herbario CICY” con ISSN:2395-8790, en donde las publicaciones son arbitradas por pares y citados en artículos de revistas indizadas, mismas que son escritas por personal de investigación y estudiantes.

Durante el año se llevaron a cabo 85 conferencias de divulgación, las cuales contribuyen en gran medida a transmitir el conocimiento científico a la sociedad, entre las que podemos resaltar el Ciclo de charlas de recursos vegetales en vivo y las realizadas bajo el concepto “CICY Divulga”.





El Jardín Botánico Regional "Roger Orellana" presenta el Ciclo de Charlas

Recursos Vegetales EN VIVO

Biol. Lilia Carrillo y Dr. Roger Orellana

Frutales nativos, una colección etnobiológica.

Viernes 16 de abril de 2021
16:00 h / Facebook Live / @CICYoficial

El Jardín Botánico Regional "Roger Orellana" presenta el Ciclo de Charlas

Recursos Vegetales EN VIVO

José Rodrigo Carrillo Suárez, director de la telesecundaria Rufino Chi Canul

CIRCUITO ETNOBIOLÓGICO en el jardín botánico de la telesecundaria Rufino Chi Canul, en Xoy, Yucatán.

Viernes 25 de junio de 2021
16:00 h
Facebook Live / @CICYoficial

CICY DIVULGA

UNA MIRADA A LA ÓPTICA ADAPTATIVA

Dr. Raúl Rodríguez García
Postdoctorante
Unidad de Energía Renovable, CICY

Martes 20 de abril de 2021
11:00 h
@CICYoficial

CICY DIVULGA

MICROFLUÍDICA: LA TÉCNICA DE LO PEQUEÑO PARA GRANDES SOLUCIONES

Dr. Víctor Marín Lizarraga
Postdoctorante
Unidad de Energía Renovable, CICY

Jueves 22 de abril de 2021
11:00 h
@CICYoficial

Figura 43. Conferencias de divulgación

Como parte de la estrategia de divulgación, durante 2021 se llevó a cabo el ciclo de divulgación "La ciencia en pro de la sociedad" la cual fue diseñada con el propósito de exponer estudios, trabajos y colaboraciones que el CICY realiza en beneficio del tejido social a través de diversos Consejos y Comités municipales, estatales y regionales. Asimismo, se propició el hacer disponible entre las autoridades tomadoras de decisiones, los los conocimientos científicos y tecnológicos con los que el Centro cuenta y que podrían ser una oportunidad para respaldar políticas públicas en beneficio de la comunidad; fomentando la confianza en el CICY para recibir asesoría especializada.

En este ciclo se presentaron las pláticas:

- Oportunidades en la consolidación de las energías renovables en Yucatán, por el Dr. Luis Carlos Ordoñez, en la que además expuso su trabajo como integrante del Consejo Estatal de Energía Renovable del Estado de Yucatán.



- Ciencia para la conservación de la Cuenca de la península de Yucatán, por el Dr. José Adán Caballero Vázquez, quien compartió sobre sus actividades como representante del sector investigación en el Consejo de cuenta de la Península de Yucatán.
- La ciencia y el desarrollo económico en Yucatán, por el M.C. Francisco Javier García Villalobos, quien habló del trabajo realizado como integrante del Consejo Consultivo para el Desarrollo económico de Yucatán y el consejo de planeación para el desarrollo del municipio de Mérida.
- Conservación de los santuarios naturales, por el Dr. Antonio Almazán Becerril en la que mencionó de su trabajo como miembro del Consejo Asesor del Parque Nacional Isla Contoy.
- La medicina tradicional maya desde la perspectiva científica, por la Dra. Blanca Marina Vera Kú quien comentó sobre su participación como integrante del Comité estatal de Medicina Tradicional Maya e Intercultural en Salud.

Jardín Botánico Regional Roger Orellana

Como parte de los trabajos de divulgación del proyecto “Fortalecimiento del Papel Etnobotánico del Jardín Botánico Regional Roger Orellana”, se desarrollaron 21 cápsulas de radio bilingües de educación ambiental sobre abejas meliponas y plantas medicinales. Estas cápsulas fueron producidas en español y en lengua maya y fueron transmitidas por radio XEPET, favoreciendo la divulgación de la ciencia con incidencia en la población maya hablante y el diálogo de saberes.

En el apartado de producción de materiales audiovisuales, se realizaron cinco cápsulas de la serie de videos “Entre Historias y Raíces”, que han tenido de 1.8 a 6 mil reproducciones en Facebook. De esta serie es importante mencionar que, tres de sus capítulos fueron seleccionados para proyectarse en la Muestra de Imágenes Científicas (MUNIC) 2021, obteniendo una de ellas una distinción meritoria en la categoría de cápsulas.



Figura 44. Serie "Entre Historias y Raíces"

Como parte de todo este esfuerzo, se continuó la producción de la serie "Las colecciones del JBR-RO", de las que se han publicado seis cápsulas, las cuales hacen referencia al valor ambiental, cultural, ornamental y de conocimiento científico de nuestras colecciones; éstas han tenido de 830 a 1.2 mil reproducciones en Facebook.



Figura 45. Serie "Las colecciones del JBR-RO"

De esta forma, durante el 2021 se llevaron a cabo 81 Eventos de divulgación entre los cuales destacan:

- **Mesa Panel: Mujeres al rescate del planeta (Transmisión en vivo, alcance 2,000 personas)**

El 11 de febrero se realizó la Mesa panel: Mujeres al rescate del planeta, como parte de la conmemoración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. En el evento participaron cuatro científicas del CICY exponiendo cómo desde sus proyectos, contribuyen a la conservación del ambiente. Asimismo, Luna Danae Eúan Chabb, MiaToro Castillo e Ingrid Osorio Parra, niñas participantes del Programa de





fomento a las vocaciones científicas Talento CICY, interactuaron con las científicas para dar pie a la reflexión e inspirar a más niñas y jóvenes a incursionar en la ciencia.



Figura 46. Mesa panel “Mujeres al rescate de la Ciencia” 2021

- **VII Encuentro Culinario (Transmisión en vivo alcance 1,400 personas)**

Como parte de las actividades de las actividades que realiza el CICY para divulgar el conocimiento científico con la sociedad, se realizó el VII Encuentro Culinario “Sabores y Saberes: comida que nutre y sana”.

En esta actividad participaron 11 platillos con diversas recetas de cocina en las que hacen uso de elementos vegetales de la región con propiedades benéficas para el organismo.

En esta edición, los mejores platillos fueron elegidos por su nivel de dificultad, balance nutrimental de los ingredientes, uso de los elementos vegetales de la región y la presentación del platillo.





Mejor plato principal: Rollo de xcatik con jamaica y amaranto, de Ariadna Ibarra Morales, Mirna Kantún Cahum y Getsemani López Gea.

Mejor salsa o entremés: Milpa yucateca, de Erick Jesús Salazar Canul.



Mejor postre: Delicias del mercado, de Wilma Sabido Avilés.

Figura 47. Platos ganadores en el Encuentro Culinario 2021

• **Semáforo de condición de cenotes urbanos (Transmisión en vivo, alcance de 1,800 personas)**

En trabajo conjunto, la Unidad de Ciencias del Agua y la Dirección General de Ecología del Ayuntamiento de Benito Juárez, presentaron el Semáforo del estado de condición de los cenotes de Cancún, un trabajo con el que ambas instancias buscan identificar las oportunidades para mejorar las condiciones ambientales de los cenotes urbanos. El estudio fue presentado por el Dr. Eduardo Cejudo Espinosa.





Figura 48. Presentación del Semáforo de condición de Cenotes Urbanos- Dr. Eduardo Cejudo

- **4to Foro de educación Ambiental del Estado de Quintana Roo**

La Unidad de Ciencias del Agua y el Jardín Botánico regional participaron en el 4to Foro de Educación Ambiental del estado de Quintana Roo, en coordinación con instituciones académicas, gobierno, ONG´s y sector privado del Estado, lo cual es parte de los acuerdos y compromisos del Consejo de Cuenca de la península de Yucatán. Se participó en dos talleres virtuales para la “Construcción de Políticas de Costas del estado de Quintana Roo”, para el “Manejo integral de la zona costera” y en el panel “Educación de Calidad”.

- **Proyecto Fomento a las vocaciones científicas Talento CICY 2021**

Este proyecto tuvo como objetivo promover y fomentar, en la población infantil y juvenil de México, con énfasis en la península de Yucatán, el interés por el conocimiento humanista, científico, tecnológico y de innovación, de tal manera que se les brinde la oportunidad de descubrir su vocación científica y tecnológica desde etapas tempranas de su desarrollo y se les presente como motor de desarrollo para su comunidad.

En su edición 2021, los proyectos de investigación, cursos, talleres y actividades de Talento CICY se enfocaron en la solución de problemas nacionales en áreas prioritarias, en los que participaron investigadores e investigadoras (miembros del Sistema Nacional de Investigadores), personal técnico, y de cátedras Conacyt.

Este proyecto fue dividido en tres modalidades, contando con un total de 1,182 participantes:



- **Talento CICY – Secundaria** Participaron 36 jóvenes de: Yucatán, Cd. de México, Quintana Roo, Campeche, Aguascalientes, Tabasco y Puebla. Durante esta modalidad se desarrollaron 10 proyectos de ciencia y se impartieron 4 talleres con la participación de personal del CICY y de instituciones aliadas como la Red de Educadores Ambientales de Quintana Roo e INECOL.



Figura 49. Talento CICY-Modalidad Secundaria

- **Talento CICY – Preparatoria**. Participaron 41 estudiantes de Puebla, Quintana Roo, Guanajuato, Sonora, Michoacán, Veracruz, Chiapas, Campeche y Yucatán. Se desarrollaron 7 proyectos de investigación y se impartieron 4 talleres dictados por el INAH, ITSVA y el CICY. También se desarrolló una feria de ciencias en donde los estudiantes pudieron exponer sus proyectos.



Figura 50. Talento CICY- Modalidad Preparatoria



- o **Talento CICY – Docentes.** Participaron 52 profesores y profesoras y 1104 jóvenes de nivel secundaria y preparatoria, procedentes de: Yucatán, Quintana Roo, Veracruz, Campeche, Jalisco, Chiapas, Oaxaca, Nuevo León, Tabasco, Hidalgo, Tlaxcala, Michoacán, Estado de México, Baja California Norte, Guanajuato y Ciudad de México. Ellos replicaron los proyectos desarrollados por los asesores del CICY con sus estudiantes en el aula, creando de esta forma, una red de diseminación de la ciencia.



Figura 51. Talento CICY- Modalidad Docentes

En lo que respecta a la difusión del quehacer científico, durante el 2021 las unidades de investigación del Centro han participado en varios congresos nacionales e internacionales de manera virtual como la XIV Semana Científica, Cultural y Deportiva de la Facultad de odontología-UADY (Expo carteles de investigación 2021). Cabe destacar la participación de la Unidad de Energía Renovable en la organización del X Congreso de Biotecnología y Bioenergía del Sureste que se realizó en febrero en CICY en la modalidad a distancia.



Figura 52. Organización del X Congreso de SBBY.



6.3 Logros Obtenidos

Durante 2021 los logros obtenidos en la divulgación del Centro son los siguientes:

- **Producción Multimedia**

El número de personas de la población a la que se alcanzó mediante la publicación y producción de material audiovisual para la divulgación de la ciencia ha sido un logro importante, al producir capsulas de radio en español y en lengua maya, lo cual tiene un alto impacto pues aumenta la relación e incidencia en la población maya hablante formando parte de los esfuerzos por hacer una educación y divulgación intercultural. Así mismo se ha logrado establecer colaboraciones con instituciones como INDEMAYA y Radio XEPET lo que permitirá desarrollar proyectos futuros.

- **Redes sociales**

Considerando los compromisos establecidos en materia de divulgación y debido a la emergencia sanitaria, se entablaron un conjunto de estrategias para llevar a cabo la priorización del intercambio de información a través de los medios masivos de comunicación. Ello ha permitido que la divulgación de la ciencia tome fuerza a través de estos medios, tales como las redes sociales tanto para promover campañas de cultura científica como para posibilitar la realización de eventos a distancia, lo que permitió diversificar los públicos a los que el CICY tradicionalmente ha tenido en sus eventos académicos. Toda esta interacción se reflejó en el incremento en el número de seguidores y el mayor alcance en la sociedad.

- **Fomento a las vocaciones científicas**

Durante la edición de Talento en 2021, de manera global, se obtuvieron grandes logros, como la ejecución completamente en línea del proyecto, permitiendo la apertura del programa a nivel nacional, contando con la participación de jóvenes de 18 estados del país, el fortalecimiento de la Red de docentes divulgadores de la Ciencia y la publicación del libro digital didáctico Descubriendo mi talento.

Con el objetivo de potencializar el alcance a un mayor número de jóvenes, se plantea colaborar con socios estratégicos y organizaciones públicas, que habiliten la diseminación del libro entre las comunidades del interior del estado. De esta manera los jóvenes podrían vivir la experiencia de realizar proyectos de ciencia y despertar su interés por carreras científicas a través del libro.



Figura 53. Libro "Descubriendo mi talento"

6.4 Impactos Generados

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 156,722 personas, en las que 13,271 manifestaron algún tipo de impresión positiva. Con lo anterior, diversos medios masivos establecieron contacto con el Centro para solicitar entrevistas o realizar reportajes, ampliando con ello la cobertura lograda.

6.5 Dificultades superadas

Ante los inconvenientes a los que nos hemos enfrentado en el 2021, el Centro ha tenido que realizar cambios importantes con relación a la manera de llevar a cabo la divulgación y difusión de la ciencia.

Durante el año se han logrado establecer nuevas formas de difusión y divulgación, y la formación de capacidades del personal ha rendido frutos, priorizando el uso de herramientas tecnológicas para llevar a cabo reuniones, videoconferencias, entrevistas, seminarios y videos informativos.





GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Sesión Ordinaria del
Comité Externo de
Evaluación 2022

De esta forma, superadas las dificultades se ha vislumbrado una importante ventana de oportunidad, en la que se han realizado eventos a distancia entre los cuales destacan 79 transmisiones en vivo, a través de Facebook Live, mismas que permitieron que personas en otras partes del país, e incluso del mundo, pudieran participar en nuestras actividades académicas y de divulgación de la ciencia.





7. SOPORTE A LA GESTIÓN

7.1 Administración

- Administración de Proyectos

Se cumplió en tiempo y forma, con el envío de los informes financieros de los proyectos, siendo 27 los informes finales enviados. También se lograron conseguir constancias de conclusión de proyectos de ejercicios anteriores (10 actas finiquitos).



Figura 54. Ejemplo de finiquito financiero



- Planeación Estratégica

A) Servicios de Mantenimiento

Los servicios para las actividades primordiales del Centro como mantenimiento de plantas de emergencia, alarmas, extintores, se culminaron de forma satisfactoria.



Figura 55. Reportes de servicios de mantenimiento concluidos.

B) Procesos Óptimos

En el primer semestre se inició con la revisión de los procesos administrativos, con la finalidad de optimizarlos.

En el primer semestre se realizaron acciones sobre el subproceso de cotizaciones, dentro del de adquisiciones; de tal forma que se actualizo el mismo, se realizó una capacitación, que incluyo a todo el personal en la Institución, obteniendo una buena respuesta de los usuarios, quienes incluso realizaron evaluaciones al terminó de dicha capacitación. en el ejercicio 2022, se continuará revisando y actualizando, en su caso, los demás subprocesos de adquisiciones.

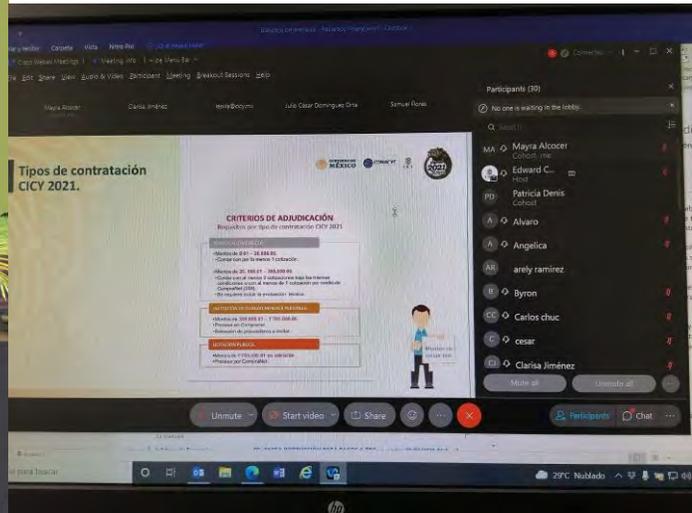


Figura 56. Acciones para la mejora de procesos

Durante el segundo semestre se trabajó con las áreas administrativas en presentar el instrumento para la descripción y valoración de puestos, para aplicarlo a todo el personal y trabajar en el análisis de los mismos. Con la información recabada se trabajó en primera instancia con las áreas de servicio de la administración (Servicios Generales, Obra Pública y Mantenimiento), a efectos de proponer una estructura funcional, que permita una mejor coordinación y atención de las necesidades internas en el ámbito de competencia de estas áreas. Se llevaron a cabo sesiones con la Dirección General en los planteamientos, afinando los objetivos y funciones de la futura área integrada de servicios. En paralelo se trabajó con estructura y valoración de actividades del área de Recursos Humanos, con el fin de alinear las funciones al puesto que permita una eficiencia operativa.



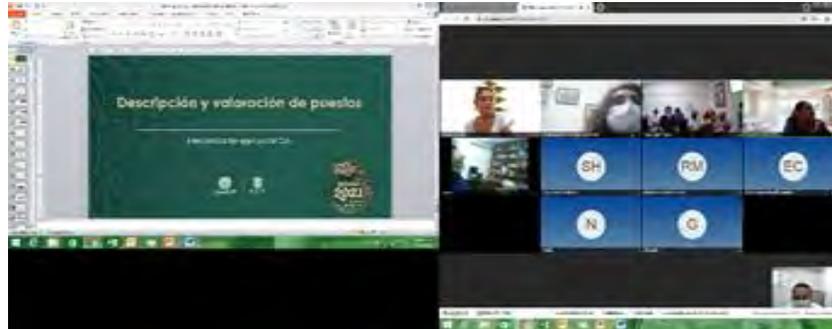


Figura 57. Sesión de presentación del instrumento para la descripción y valoración de puestos administrativos.

C) Jubilaciones

Con la finalidad de permitirle a todo el personal conocer sus derechos, obligaciones y la aplicación de la Ley de Seguro Social relativo al tema de las pensiones y/o jubilaciones, se realizaron 2 platicas informativas; una sobre la Ley Federal de Trabajo, funcionamiento de los sindicatos y otro de pensiones.

La respuesta del personal fue satisfactoria, con una participación de más del 60%, considerando que se les dio preferencia a los mayores de 60 años.



Figura 58. Presentación sobre derechos laborales del personal



D) Salud Laboral

Durante el año 2021, se realizó 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 120 personas servidoras públicas.



Figura 59. Campaña de Vacunación contra la Influenza

- Certificación NMX-R-025-SCFI-2015

Durante el ejercicio 2021, se realizó el proceso de certificación, en la Norma de Igualdad Laboral y no Discriminación, por parte de la Asociación de Normalización y Certificación A.C., es importante mencionar que, a pesar de las condiciones de la Contingencia por el SARS COVID-19, se mantienen condiciones competitivas para lograr dicho reconocimiento.

E) Contrato Colectivo

El pasado 08 de diciembre del 2021, después de reuniones realizadas para la revisión del contrato firmado en el 2019, se firmó convenio de modificación al Contrato Colectivo de trabajadores del CICY, para actualizarlo. Es importante señalar que este documento ha sido presentado ante la Secretaría de Hacienda, para apoyar la modificación y aprobación de las prestaciones autorizadas para el bienio actual.



7.2 Acciones sobre la COVID-19

La contingencia derivada de la COVID-19 ha puesto a prueba las capacidades, tanto individuales como institucionales. Sin duda, es una crisis sanitaria de magnitudes jamás imaginadas que han afectado no solo la vida cotidiana sino también la laboral y la forma en que nos relacionamos.

En concordancia con los acuerdos emitido por la Secretaría de Salud y la Secretaría de la Función Pública, el CICY estableció criterios y acciones de prevención; así como también programas de trabajo de contingencia, en los que se privilegió el cuidado de la salud del personal, habilitando del trabajo en casa, con la finalidad de mitigar la transmisión de contagios.

Entre las acciones que se implementaron se encuentran las siguientes:

- La dirección general del Centro estableció un puente de comunicación con el personal, a través de comunicados escritos y en video presentados a la comunidad a través del canal oficial de YouTube del CICY.



Figura 60. Comunicados de Dirección General

- Se mantuvo el sitio web que funge como repositorio con la información generada sobre las acciones clave para atender la emergencia sanitaria en el Centro.



Figura 61. Sitio web para comunicación institucional sobre COVID-19.

- El personal del Centro continúa realizando sus labores según los planes de trabajo correspondientes. Para este propósito el Centro desarrolló un formulario para el registro de trabajo en Casa el cual tiene como principal objetivo dar un seguimiento puntal al trabajo del personal.



Figura 62. Formulario para el registro de planes de trabajo en casa

- En el ámbito de la docencia, los profesores investigadores continuaron con sus labores impartiendo clases a distancia a través de reuniones por videoconferencia con los estudiantes de posgrado.



- Los “Lineamientos para la Reincorporación a las Actividades Presenciales”, el “Protocolo de control de accesos por contingencia COVID-19” y el “Protocolo de acción para detección de personal sintomático por COVID-19” continúan vigentes y se adaptan según las nuevas disposiciones del gobierno Federal y Estatal.
- La Unidad de Energía Renovable continuó con la producción de Etanol al 70%, con el azúcar que donó toda la comunidad científica para ser usado como sanitizante líquido. Durante el 2021 se produjeron 220 litros de etanol al 70%.

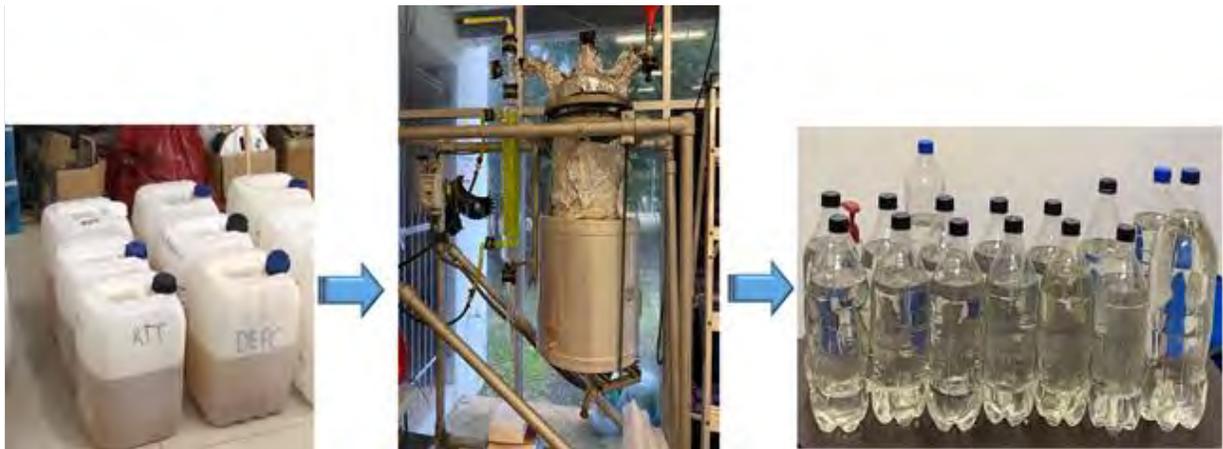


Figura 63. Producción de Etanol al 70% (UER)

- Se continua con la campaña de comunicación permanente que permite mantener informada a la Comunidad CICY sobre los lineamientos y la “nueva normalidad”. Dicha campaña se puede observar en distintos puntos de las instalaciones así como también en los boletines electrónicos de la Institución y en la página web.

POR TU SEGURIDAD Y LA DE TODOS

LA NUEVA NORMALIDAD

Principios rectores:

- Privilegiamos la salud y la vida.
- Somos solidarios, no discriminamos y respetamos los derechos de las personas.
- Nos esforzamos para que el CICY se mantenga vivo, útil y productivo.
- Tenemos una responsabilidad compartida para con el CICY y con México.

Uso correcto del cubrebocas

- Lávate las manos correctamente antes de colocarlo.
- Evita tocar el filtro o el borde del cubrebocas con tus manos.
- Evita tocar el filtro o el borde del cubrebocas con tus manos.
- Evita tocar el filtro o el borde del cubrebocas con tus manos.

USO OBLIGATORIO

¿Cuándo cambiar el cubrebocas?

- Si se humedece.
- Si se lo usa durante un tiempo, en la cabina o la habitación por alguna otra razón.
- Si está roto o dañado.
- Después de visitar a un enfermo.

Recomienda: No usar el cubrebocas como collar. **¡REUTILIZAR NO LO COMPARTIR!**

Cubre bocas **Gel Antibacterial (base alcohol 70%)**

Figura 64. Campaña de Comunicación Permanente.

- Las medidas implementadas para control de la propagación de la COVID-19 continúan aplicándose de forma efectiva.



Figura 65. Medidas de control en los filtros de acceso al Centro

- Se puso a disposición de la comunidad del Centro, personal y estudiantes, el servicio de monitoreo de ensayo de PCR para la detección del virus SARS-COV-2 a través de muestra de saliva, tanto en el campus Mérida como en Cancún, para el que sólo se pidió cuota para la recuperación de insumos.