CICY

5.0 INFORME DE AUTOEVALUACIÓN 2020

Contenido

1.PRESENTACIÓN 2
2. DESARROLLO INSTITUCIONAL 3
3. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA 4
3.1 Aspectos Relevantes 4
3.2 Resultados Obtenidos de las Unidades académicas 8
3.3 Logros Obtenidos 28
3.4 Impactos Generados 32
3.5 Dificultades superadas 34
4. FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO 36
4.1 Aspectos Relevantes 36
4.2 Resultados Obtenidos 37
4.3 Logros Obtenidos 46
4.4. Impactos Generados 47
4.5 Dificultades superadas 48
5. DESARROLLO TECNOLÓGICO Y VINCULACIÓN 50
5.1 Aspectos Relevantes 50
5.2 Resultados Obtenidos 50
5.3 Logros Obtenidos 67
5.4 Impactos Generados 68
5.5 Dificultades superadas 69
6. DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA 71
6.1 Aspectos Relevantes 71
6.2 Resultados Obtenidos 72
6.3 Logros Obtenidos 79
6.4 Impactos Generados 80
6.5 Dificultades superadas 81
7. SOPORTE A LA GESTIÓN 82
7.1 Administración 82
7.2 Acciones sobre la COVID-19 84

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

México 2021 Año de la Independencia

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 2020, basadas en los ejes sustantivos del CICY: investigación, docencia, gestión tecnológica, y divulgación. En este periodo, el capital humano del CICY estuvo integrado por 323 personas de las cuales 243 son personal científico y tecnológico (incluyendo 15 investigadores de cátedras y una investigadora en licencia con encargo administrativo), 8 mandos medios y superiores, 54 personal administrativo y de apoyo, 6 honorarios asimilados y 12 eventuales.

De la plantilla del personal, 142 son mujeres (44%) y 181 son hombres (56%). Las mujeres representan el 35% de los investigadores, 38% de ingenieros, el 48% de los técnicos académicos, el 50% del personal administrativo y de apoyo, y el 63% en los mandos medios y superiores

Se cuenta con 244 personas que participan en actividades científicas y tecnológicas en el CICY, clasificadas de la siguiente manera: 89 investigadores en activo (incluyendo 15 Investigadores del programa Cátedras CONACYT, una investigadora por licencia en cargo administrativo fuera del Centro y un investigador con licencia por cargo administrativo en el Centro), 24 ingenieros y 131 técnicos académicos.

2. DESARROLLO INSTITUCIONAL

En el ejercicio 2020 se concretó la planeación estratégica que pretende delinear por una década el desarrollo institucional. De esta forma, se identificaron cuatro propósitos clave:

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 potencializará el crecimiento del CICY y su contribución al desarrollo regional mediante la suma de capacidades y habilidades de sus diferentes áreas para promover una etiqueta organizacional orientada al servicio, al uso efectivo de los recursos y a la unidad institucional

Para dichos propósitos, considerando los fines a obtener, se identificaron los componentes o acciones clave para su logro, así como los indicadores que darán cuenta del avance en los planes. El proceso para crear esta planeación estratégica contó con un factor clave: su socialización en los diversos sectores de la comunidad CICY, cuya contribución fue fundamental para el desarrollo de la misma. Al culminar el 2020, se concluyó el documento en el que se integraron las aportaciones recibidas por parte de la comunidad. De esta forma, a inicios del 2021 se socializará dicho documento, programándose reuniones con cada uno de los gremios que forman CICY, propiciando su involucramiento y apropiación en la ejecución de las estrategias definidas en la Planeación Estratégica.

En concordancia con los propósitos y acciones del plan estratégico, durante el segundo semestre del 2020 se iniciaron las actividades clave para llevar a cabo un autoanálisis académico ante el entono actual que permita identificar oportunidades para la definición de áreas emergentes del conocimiento, lo anterior, mediante foros de discusión y análisis, a los que se invitaron personalidades académicas internas y externas.

3. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

3.1 Aspectos Relevantes

Durante el año 2020, la investigación científica del CICY estuvo a cargo de 89 investigadores que se desempeñan 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). Tres unidades en materiales, energía y agua: la Unidad de Materiales (UMAT), la Unidad de Energía Renovable (UER) y la Unidad de Ciencias del Agua (UCIA), respectivamente.

Durante el 2020, el 91.01% de los Investigadores pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), contando con 3 en el nivel de candidato C, 41 en nivel I, 26 en nivel II, 9 en el nivel III y 2 investigadores en el nivel Emérito (Figura 2).

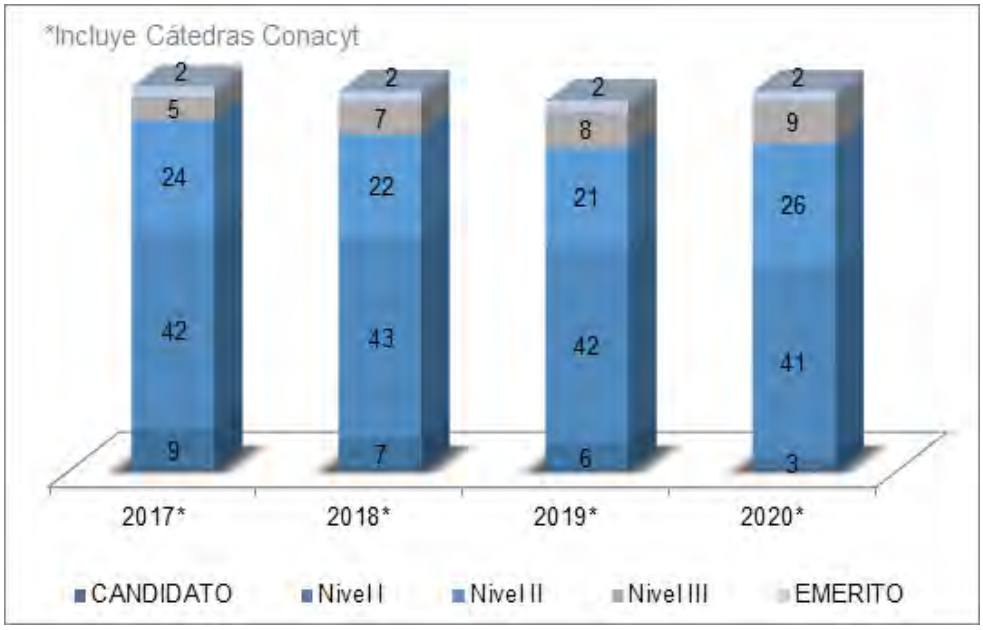


Figura 2. Investigadores en el S.N.I 2017-2020.

Derivado del trabajo de las seis Unidades de Investigación, durante el 2020 se obtuvieron un total de 229 publicaciones de las cuales 196 fueron artículos indizados con un factor de impacto promedio de 2.45, 28 capítulos de libro y 5 libros. Por consiguiente, se logró un promedio de 2.57 publicaciones por investigador, y un promedio de 2.2 artículos indizados por investigador.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

3.1.1 Consecución de Proyectos de Investigación

Durante el periodo enero-diciembre 2020, el CICY desarrolló 59 proyectos de investigación, de los cuales, 18 de ellos concluyeron durante el periodo que se reporta. De acuerdo con el tipo de proyecto, al cierre del año se tuvieron 29 proyectos de Investigación Básica, 26 de Investigación Aplicada y 4 de Investigación para Desarrollo Tecnológico. (Figura 3)



Figura 3. Distribución de los tipos de proyectos desarrollados durante el año 2020.

El 49% de los proyectos realizados fueron proyectos de ciencia básica; en ellos se estudian 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: 27 proyectos de FOSEC's (Fondos Sectoriales: SEP, CONAFOR, INEGI, SEMARNAT, SENER); 1 de Fondos Mixtos (FOMIX-Yucatán); 3 FORDECYT, 12 de FOINS; 3 de Fondos Internacionales-terceros (Tropic Safe-Alma Mater Studiorum Universita Di Bologna, US NAVY, Global Botanic Garden Conservation International); y 13

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

Nacionales-terceros (CIATEJ, CIMAV, CIO, INECOL, ECOSUR, IPICYT, UADY, FEMEX PALMA) (Tabla 1).

Tabla 1. Proyectos y presupuesto otorgado enero-diciembre 2020.

	Fuente	Proyectos (#)	Proyectos (%)	Presupuesto (pesos)	Presupuesto (%)
CONACYT	FOSEC's	27	45.8	104,325,599.21	41.8
	FOMIX	1	2	4,999,662.00	2
	FORDECYT	3	5.1	44,064,445.00	17.7
	FOINS	12	20	32,064,332.00	13
TERCEROS	INTERNACIONALES	3	5.1	3,788,190.89	1.5
	Otros	13	22	59,970,326.00	24
	TOTAL	59	100	$249,212,555.10	100

Es importante resaltar que, de los 59 proyectos obtenidos, 45 de ellos tienen participación con otras instituciones tanto nacionales como internacionales, por lo tanto, el indicador: número de proyectos interinstitucionales/número de proyectos de investigación alcanzó el 76% (Figura 4).

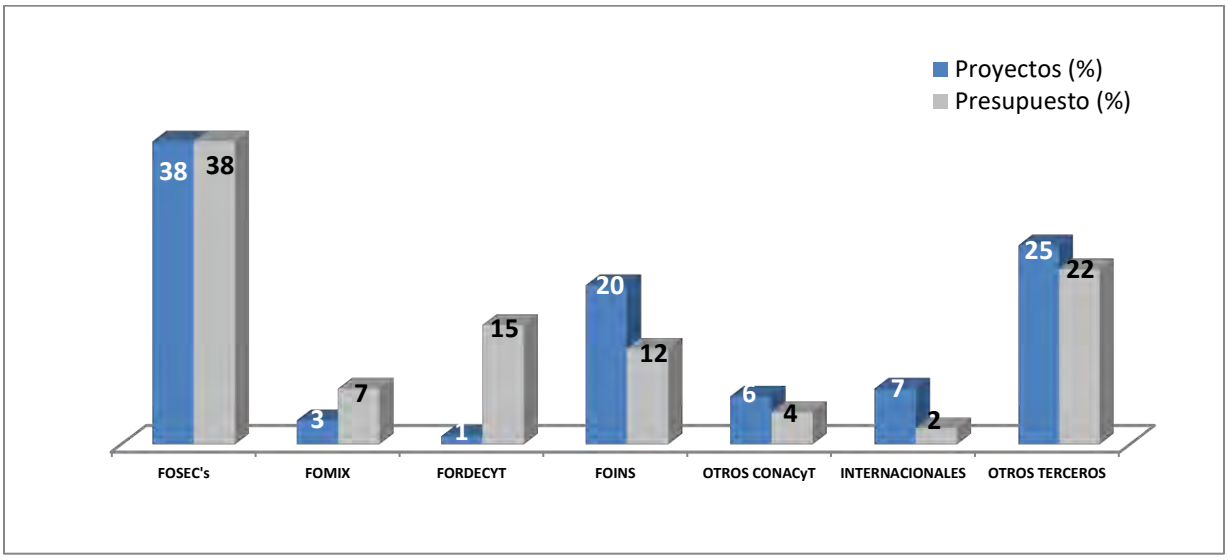


Figura 4. Porcentaje de proyectos por fuentes de financiamiento.

El análisis de los proyectos muestra que se trabajó para captar recursos económicos de diversas fuentes, lo que permitió realizar proyectos alineados a las áreas sustantivas del Centro.

De igual manera, durante el periodo que se reporta, el CICY participó en 16 convocatorias de 14 fondos, sometiendo un total de 37 propuestas de proyectos de investigación por un monto total de $8,138,979.08; de los cuales 8 proyectos fueron aprobados por un monto de $4,938,979.08 (1 Fordecyt, 3 recursos terceros, 4 DADC). Cabe mencionar que el recurso de 2 proyectos aprobados, por $250,000.00 cada uno, correspondientes a la convocatoria DADC (Foro Ciencia Tecnología, Sociedad y los Retos del Desarrollo: hacia una ciencia orientada al bien común), fue devuelto debido a la pandemia COVID-19 y a los tiempos de entrega que imposibilitaron la ejecución de los proyectos.

Es importante resaltar, que en los últimos 4 años hubo una reducción promedio de 53 % en convocatorias y 45 % en fondos a los que el Centro pudo acceder, viéndose reflejado en una disminución del 67 % de propuestas sometidas y 58 % en proyectos aprobados.

De esta forma, contamos con 7 proyectos aprobados en la convocatoria de Ciencia de fronteras, donde CICY participa como responsable de 1 proyecto y 6 en colaboración con diversas instituciones, actualmente se encuentran en proceso de formalización e iniciarán a principios de 2021. (Figura 5).

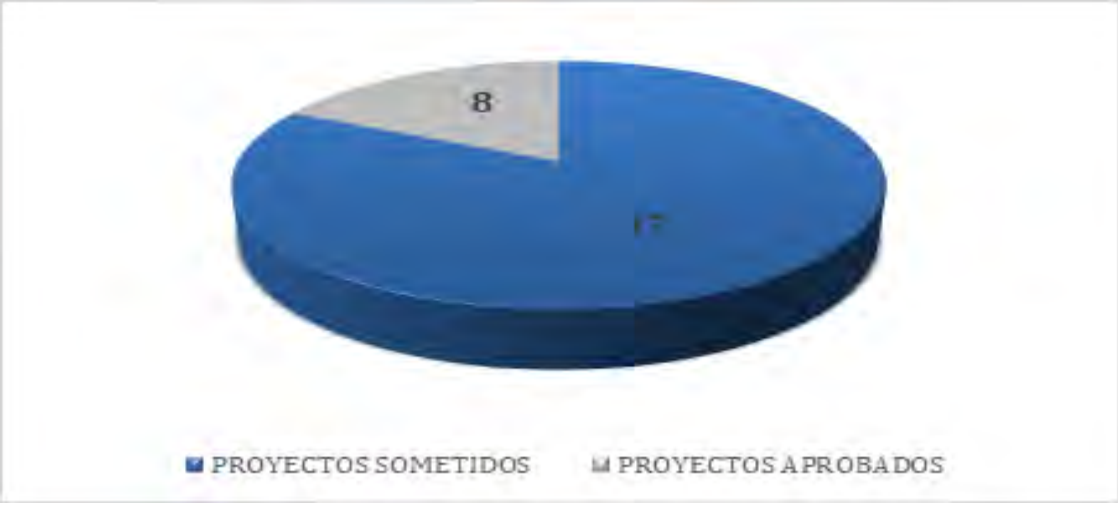


Figura 5. Proyectos sometidos y aprobados en el 2020.

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.

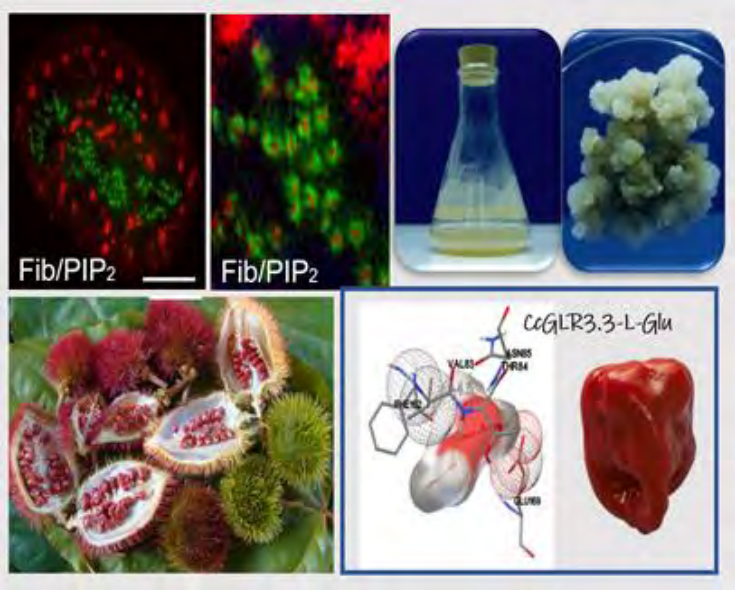


Figura 6. Modelos de investigación en la UBBMP.

En forma permanente se ha buscado la mejora del equipamiento de la Unidad, a través, por ejemplo, de mecanismos de planeación. En este sentido, se continuó trabajando en la optimización de las investigaciones relacionadas con proteómica, el uso del microscopio confocal y el microtomo de congelamiento, ya que con estas herramientas se podrá mejorar la calidad de las publicaciones internacionales y tener un impacto en la formación de nuestros egresados, así como, en sus trabajos de tesis. Cabe destacar, que como resultado del ingreso de un investigador mediante el programa cátedras CONACYT (Dr. Víctor Aguilar Hernández) y un posdoctorante CONACYT (Dr. Daniel Guzmán Zapata), el área de proteómica y metabolómica han empezado a funcionar, viéndose reflejado en

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

publicaciones de revistas de alto impacto. Asimismo, se logró la aprobación de tres proyectos en la modalidad de grupo dentro de la convocatoria Ciencia de Frontera 2019, en donde el Dr. Aguilar participa como colaborador, y en los que se pretende adquirir equipamiento: un módulo automuestreador para UHPLC acoplado a LC-MS/MS para inyección de muestras, un módulo UV-Vis para UHPLC acoplado a LC-MS/MS, para generar espectros UV-Vis de los iones alimentados al espectrómetro de masas, un módulo termostato para columnas UHPLC acoplado a LC-MS/MS, para mantener la temperatura de columna analítica, y un módulo de purificación de agua ultrapura para preparación de las muestras compatibles para LC-MS/MS.

Los investigadores de la Unidad desarrollaron metodologías y protocolos para propagar *in vitro* variedades seleccionadas de achiote, café y piña. Debido a la pandemia por COVID-19, se implementaron lineamientos específicos para continuar con los trabajos al interior de la UBBMP guardando las normas de Sana Distancia y demás protocolos sanitarios vigentes durante 2020. De igual manera, a principios de ese año, en una reunión con los investigadores de la UBBMP se propuso la reestructuración de las líneas de investigación, teniendo siempre presente las demandas actuales de política pública para México. Siendo el inicio del proceso para una nueva dinámica al interior de la UBBMP. La producción científica que se generó en la UBBMP fue de 37 publicaciones, divididas en 21 artículos científicos, de los cuales 19 fueron en revistas indexadas con un factor de impacto promedio de 2.54, 2 artículos no indexados, 1 libro publicado, 13 capítulos de libro y 2 artículos de divulgación. En cuanto a la formación de recursos humanos, se graduaron un total de 16 estudiantes: 6 de doctorado, 6 de maestría y 4 de licenciatura.

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 2020 fueron los siguientes:

Interacción planta-ambiente

Esta línea de investigación contó con 7 investigadores y 4 proyectos en ejecución. Se publicaron 8 artículos en revistas indexadas, 1 artículo no indexado, 2 artículos de divulgación y 3 capítulos de libros. Estos proyectos científicos utilizan como modelos biológicos a plantas de interés agroindustrial, como chile habanero, aguacate, papaya, coco, etc., y abordan investigaciones relacionadas con la respuesta de estas plantas al estrés biótico y abiótico. Dentro de los proyectos que se desarrollaron se encuentra el de la Dra. Ileana Echevarría Machado como responsable técnica de: “Análisis de los cambios metabolómicos durante el desarrollo del fruto de *Capsicum chinense Jacq.*, cultivado en diferentes tipos de suelo” (Proyecto de colaboración CIATEJ-CICY). Este proyecto concluyó

satisfactoriamente en el mes junio y con los resultados generados se construyó un modelo integral del impacto del suelo sobre los metabolitos y las vías metabólicas que se activan durante el desarrollo de los frutos de chile habanero. Además, el Dr. Oscar Moreno Valenzuela, en colaboración con el INECOL, participó en los proyectos "Búsqueda de alternativas biológicas para el control y manejo integrado de los TRIPS en el cultivo de aguacate" y "Generación de estrategias científico-tecnológicas con un enfoque multidisciplinario e interinstitucional para afrontar la amenaza que representan los complejos ambrosiales en los sectores agrícola y forestal de México", cuyo objetivo es llevar a cabo la transformación de plantas de aguacate a través del silenciamiento génico basado en virus, la cual ha sido una tecnología desarrollada en el grupo del Dr. Moreno. Además, los proyectos correspondientes a la Convocatoria de Ciencia Básica 2017-2018, cuyos fondos fueron liberados para 2020, permitieron que la Dra. Luisa López Ochoa iniciara con el proyecto "Disección molecular de los componentes genómicos de PMeV-Mx, un virus similar a umbravirus asociado a meleira de la papaya en México" y que el Dr. Ignacio Islas trabajara 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". En el primer proyecto, la Dra. Luisa pretende estudiar el papel del virus y sus componentes genómicos durante la infección de plantas de papaya con síntomas de meleira, mientras que el objetivo del proyecto liderado por el Dr. Islas es estudiar el proceso de maduración de las semillas del cocotero mediante proteómica y metabolómica con el fin de identificar factores claves a la maduración de la semilla, a la síntesis de ácidos grasos, de carbohidratos y de-esterificación de pectina, en los endospermos líquido y sólido, comparando tres grados de desarrollo de dos variedades de cocotero con producción contrastante en ambos endospermos. La Dra. Georgina Estrada Tapia concluyó una estancia sabática en la UNAM, en el Instituto de Química, cuyo objetivo fue establecer la interacción entre la estructura y la función de defensinas por métodos físicos. A través de esta experiencia, se reforzó el área de estructura de proteínas que maneja la investigadora, cuyo conocimiento fue transmitido a los técnicos y estudiantes en cursos especializados. Además, la Dra. Georgina colaboró en el proyecto del Dr. Islas, recientemente aprobado.

Metabolismo secundario e ingeniería metabólica

Esta línea de investigación contó con 5 investigadores y 3 proyectos de investigación vigentes. Se publicaron 4 artículos en revistas indexadas, 1 libro y 10 capítulos de libro. Las especies modelos de estudio fundamentales en esta línea son el achiote, *Pentalinon*, *Stenocereun* y *Argemone*. Los proyectos ejecutados se refieren al proyecto a cargo del Dr. Gregorio Godoy Hernández, FOSEC SEP "Análisis del transcriptoma relacionado con la

biosíntesis de isoprenoides en *Pentalinon andrieuxil* (Apocynaceae)". El objetivo de este proyecto fue caracterizar el transcriptoma de esta especie con la finalidad de identificar los genes que dan origen al ácido betulínico y a los Urechitoles. Adicionalmente, la Dra. María de Lourdes Miranda Ham estuvo a cargo del proyecto "Análisis bioquímico y molecular de la biosíntesis de betalainas en *Stenocereun queretaroensis*, una cactácea mexicana" (Ciencia Básica 2016) y el Dr. Felipe Vázquez Flota del proyecto "Localización de los sitios de síntesis y acumulación de alcaloides bencilisoquinolicos en *Argemone mexicana* L. (chicalote)" (Ciencia 2016). El objetivo del proyecto del Dr. Vázquez es establecer las bases de la distribución tisular de los alcaloides en esta especie.

Morfogénesis y regulación génica

En esta línea de investigación se contó con la participación de 5 investigadores y tuvo 7 proyectos de investigación (5 como responsables técnicos y 2 en participación con la UBT). Se publicaron 7 artículos en revistas indexadas y 1 en revista no indexada. Víctor M. Loyola Vargas fue responsable de 3 proyectos "Determinación de la función de la interacción entre auxinas y citocininas en la inducción de la embriogénesis somática" (Ciencia básica 2015), "Modificación del genoma de plantas superiores usando crispr/cas9 para estudiar la diferenciación celular" (Frontera de la Ciencia 2016) y "Generación de estrategias científicas, tecnológicas con un enfoque multidisciplinario e interinstitucional para afrontar la amenaza que representa los complejos ambrosiales en los sectores agrícolas y forestales de México" (FORDECYT 2018). El primer proyecto generó conocimiento novedoso que permitió un mayor entendimiento del papel de las auxinas y citocininas en la inducción del proceso de embriogénesis somática. También se completó el análisis del transcriptoma de la embriogénesis somática del cafeto; el segundo proyecto tenía como objetivo, generar mutantes que permitieran identificar genes que participan en el proceso de diferenciación celular. Se caracterizaron varios genes que participan en la señalización de la diferenciación celular y se avanzó sustancialmente en el desarrollo de las metodologías de clonación y transformación para el uso de CRISPR tanto en cafeto como en *Jatropha*. Igualmente, se elaboró el transcriptoma de la embriogénesis cigótica del aguacate. Por otro lado, el Dr. Enrique Castaño de la Serna tuvo a cargo el proyecto "Estudio funcional de la fibrilarina en la progresión viral en plantas". Este proyecto es considerado como caso de éxito debido al impacto científico y de aplicación de los resultados obtenidos. Los objetivos de este proyecto fueron estudiar los mecanismos de interacción y funcionalidad entre fibrilarina y proteínas virales y estudiar el papel de algunos residuos de aminoácidicos de la fibrilarina en esta interacción, a través de su mutación, evaluando la tolerancia a virus en la planta modelo Nicotiana. Finalmente, la Dra. Nancy Santana trabajó en un proyecto de Problemas Nacionales-FOINS 2018, titulado "Establecimiento de una tecnología para la producción

eficiente y el establecimiento en campo de propágulos de piña (*Anana comosusBerk*) de alta calidad integrando métodos biotecnológicos con los métodos tradicionales de manejo de cultivos empleados en las áreas de producción", cuyo objetivo fue establecer una tecnología para la propagación masiva de piña en la que se complementa los métodos biotecnológicos de propagación con los métodos tradicionales del manejo de cultivo. El impacto de este proyecto se relaciona con el papel de la sociedad de productores de piña en la península de Yucatán; la Dra. Nancy Santana y su grupo de investigación se han asociado con pequeños productores (hombres y mujeres) que se dedican a la producción de piña, se han combinado sus usos, costumbres con el conocimiento básico del cultivo de tejidos vegetales y la producción de piña. Actualmente, se están estableciendo dos parcelas experimentales con las vitroplantas generadas en CICY con el objetivo de conocer su comportamiento, una de ellas en colaboración con la Universidad Tecnológica del Mayab en Peto y otra con productores de piña de Bacalar.

Genética vegetal

En esta línea de investigación se contó con 4 investigadores y 1 proyecto vigente, cuyo título es "Determinación de la función de los tres genes de la ruta de biosíntesis de Bixina en organismos heterólogos" (FOINS 2018) 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 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 17 proyectos con un enfoque biotecnológico.

Durante el año 2020 la UBT registró 41 publicaciones, de las cuales 29 fueron artículos indizados, incluidas revistas con un factor de impacto arriba de 4 (de acuerdo al Journal Citation Reports) tales como "Biomolecules" y "Cells" entre otros. De igual manera, la UBT continuó con la formación de nuevos biotecnólogos a través de formación de recursos humanos que se caractericen por su calidad profesional, su apego a principios humanísticos y éticos, y su espíritu de servicio a la comunidad (graduando durante el año 2020 a 9 estudiantes de doctorado, 12 estudiantes de maestría y 4 de nivel licenciatura).

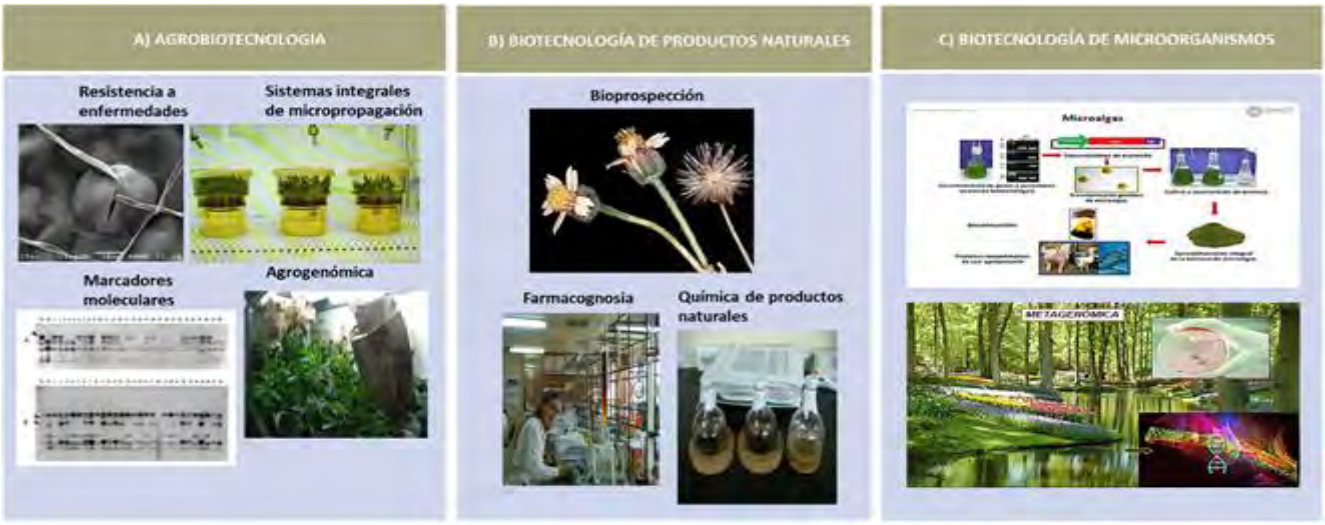


Figura 7. Investigación en la Unidad de Biotecnología.

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las líneas de investigación de la UBT para el año 2020 fueron los siguientes:

Agrobiotecnología

Esta línea de investigación está conformada por 12 investigadores y 1 cátedra, contó con 9 proyectos vigentes con enfoque biotecnológico, tanto a nivel de mejoramiento genético utilizando herramientas de cultivo *In vitro*; destacando el proyecto "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, y 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" de la convocatoria FORDECYT 2017-10, siendo el responsable técnico el Dr. Lorenzo Felipe Sánchez Teyer.

contó también con los proyectos "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, "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 2016, 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.

Los títulos de otros proyectos son: "Evaluation of coconut varieties for resistance to lethal yellowing", de la convocatoria internacional Marketplace de Brasil, "Insect-borne prokaryote-associated diseases in tropical and subtropical perennial crops" de la convocatoria internacional de la Comunidad Europea, en donde el responsable técnico es el Dr. Carlos Oropeza. El proyecto de la convocatoria de Ciencia Básica 2016, titulado "Estudio del desarrollo de cloroplastos mediante dispositivos optofluídicos", en colaboración con el CIO, donde la Dra. Clelia de la Peña Seaman funge como responsable técnica del CICY, y por último el proyecto "Establecimiento de una estrategia de selección de agaves elite (A. Cupreata y A. Espadin) asistida por marcadores moleculares y cultivo in vitro" en colaboración con el CIESAS, siendo el responsable técnico el Dr. Lorenzo Felipe Sánchez Teyer, de la convocatoria Ciencia Básica 2017-2018.

Durante el 2020 se dio por finalizado el proyecto titulado "Generación de una variedad intragénica de plátano resistente a la enfermedad de la Sigatoka negra para mejorar la economía de los productores y proteger al ambiente" de la convocatoria de Problemas Nacionales, del Dr. Santy Peraza.

Biotecnología de productos naturales

Esta línea de investigación está conformada por 5 investigadores, contó con 6 proyectos vigentes, centrándose en la identificación de metabolitos secundarios para su aplicación tanto a nivel de enfermedades con incidencia en humanos, a nivel agrícola y por último a nivel bovino y pecuario; entre los cuales podemos mencionar: "Estudio del origen biosintético de terpenoides con esqueleto campechano producidos por *Pentalinon andrieuxii (apocynaceae*)" de la convocatoria FOSEC-SEP y "Valoración de los recursos vegetales, naturales y renovables de la península de Yucatán" el cual es un proyecto para movilidad de la convocatoria SEP-CONACYT-ANUIES-ECOS NORD Francia (FONCICYT-2016); en estos proyectos funge como responsable técnico el Dr. Luis Manuel Peña.

Por último, este grupo contó con un proyecto recientemente aprobado que lleva por título "Aislamiento y evaluación antiviral de los componentes presentes en *Diospyros anisandra* y *Caesalpinnia yucatanensis*" siendo la responsable técnica la Dra. Rocío de Lourdes Borges Argaez de la convocatoria de Investigación Científica Básica 2017-2018.

Durante el 2020 se concluyeron los proyectos "Fitomedicamento para el tratamiento de la leishmaniasis cutánea localizada" cuyo responsable es el Dr. Sergio Peraza Sánchez y "Aplicaciones biotecnológicas en farmacia y agricultura de productos naturales obtenidos

de la flora nativa de la península de Yucatán, promocionando su propagación, conservación y uso sostenible" cuya responsable técnica fue la Dra. Marcela Gamboa, ambos proyectos de la convocatoria Proyectos de desarrollo científico para atender problemas nacionales 2015. Asimismo, concluyó el proyecto titulado "Aislamiento y síntesis de metabolitos de plantas medicinales de la Península de Yucatán y evaluación *in vitro* e *in vivo* de su actividad leishmanicida" a cargo del Dr. Sergio Peraza de la convocatoria Ciencia Básica CONACYT 2015.

Biotecnología de microorganismos

Esta línea de investigación tuvo la participación de 7 investigadores, cuyos 2 proyectos se centran en la obtención y la caracterización de macromoléculas con potencial aplicación industrial, utilizando herramientas moleculares y bioquímicas. Uno de los proyectos vigentes 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*" de la convocatoria de Investigación Científica Básica 2017-2018, 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*" en colaboración con la UADY, es la Dra. Ingrid Aileen O'Connor Sánchez, la responsable técnica al interior de CICY (Ciencia Básica 2017-2018).

Este grupo también contó con dos proyectos recientemente aprobados en espera de asignación de recursos de la convocatoria Ciencia de Frontera 2019, que llevan por título "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", el proyecto 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 el segundo "Phylogenetics, biochemistry and biological role of filamentous fungi hyaluronic acid synthases" siendo colaborador principal del proyecto por parte del CICY el Dr. Jorge Humberto Ramírez Prado.

Unidad de Recursos Naturales (URN)

La Unidad de Recursos Naturales realiza estudios que contribuyen a la conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales de Mesoamérica, en particular de México y muy particularmente, de la península de Yucatán. También se dedica

al estudio de la biodiversidad en sus diferentes niveles: ecosistemas, especies y poblaciones de organismos, de las áreas geográficas antes señaladas.

La URN cuenta con 4 líneas de investigación: Agrobiodiversidad para la Sustentabilidad Ecológica y Cultural, Sistemática y Florística, Servicios Ambientales de la Biodiversidad y Cambio Global en Ecosistemas Neotropicales. 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.

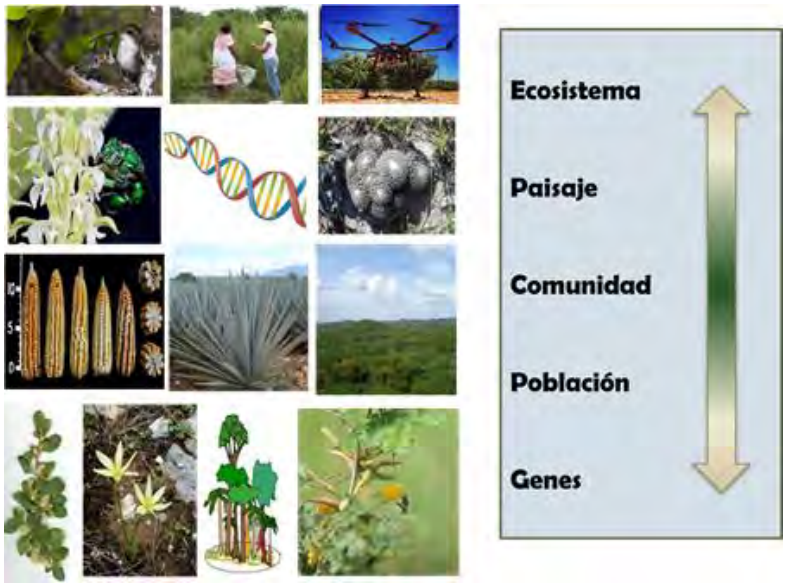


Figura 8.Principales actividades y escalas de investigación en la Unidad de Recursos Naturales.

Referente a la productividad académica, se generaron durante 2020 un total de 65 publicaciones científicas, de las cuales 30 fueron publicadas en revistas indizadas, 6 en revistas no indizadas, 2 libros y 27 artículos de divulgación. En la formación de Recursos Humanos se graduaron un total de 14 alumnos de los cuales 6 fueron de doctorado, 7 de maestría y 1 de licenciatura.

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las cuatro líneas de investigación para el año 2020 fueron los siguientes:

Agrobiodiversidad para la Sustentabilidad Ecológica y Cultural

Esta línea realizó investigación multidisciplinaria enfocada a conocer los niveles de agrobiodiversidad utilizada por las poblaciones humanas que conservan las tradiciones de

los pueblos originarios de Mesoamérica, así como su distribución temporal, geográfica, ecológica y cultural. Dichos conocimientos contribuyen a la conservación, bioseguridad, aprovechamiento sustentable y mejoramiento de los recursos genéticos. La Línea tuvo 4 investigadores que publicaron 3 artículos en revistas indexadas, 1 en revista no indizada, y 2 de divulgación.

Durante el 2020, la línea contó con 4 proyectos, quedando vigentes 3 de ellos: "Fortalecimiento del papel etnobiológico del Jardín Botánico Regional Roger Orellana" (Fordecyt-Pronaces) del Dr. Jaime Martínez. "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. "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.

Cambio Global en Ecosistemas Neotropicales

Esta línea realizó investigación multidisciplinaria relacionada con cambios en los procesos ecosistémicos y en el capital natural (ecosistemas, especies y genes) debido a variaciones en los procesos fundamentales que definen el funcionamiento del planeta, derivados de las actividades humanas. La Línea tuvo 4 investigadores que publicaron 10 artículos indexados, además de 4 artículos de divulgación.

De la misma manera, de los 4 proyectos que se tuvieron a lo largo del año, 2 continúan vigentes: "¿Pueden las señales genómicas de adaptación local a sitios de reproducción, ayudar a predecir asociaciones microclimáticas en sitios invernales?" (UC MEXUS-Conacyt), del Dr. Richard Evan Feldman. "Estimación de la biomasa aérea en bosques tropicales de la Península de Yucatán, utilizando datos de campo y sensores remotos", un proyecto de colaboración entre ECOSUR-Ecométrica LTD, dentro del cual el Dr. José Luis Hernández Stefanoni es responsable técnico por parte de CICY.

Servicios Ambientales de la Biodiversidad

Esta línea llevó a cabo investigación multidisciplinaria para incrementar el conocimiento de los servicios proporcionados por la biodiversidad y su relación con la resiliencia de los ecosistemas. Tuvo 3 investigadores y 1 cátedra CONACYT. En 2020, la línea ha publicado 3 artículos indexados, 3 no indizado, 17 artículos de divulgación y 2 libros.

Asimismo, para el año 2020, se tuvo vigente el proyecto titulado "Nutrición y sanidad de las colonias de *Apis mellifera* a través de los aceites esenciales de la flora nativa y de levaduras simbióticas" de la Dra. Azucena Canto Aguilar, como Responsable Técnico de la convocatoria SEP-CONACYT

Sistemática y Florística

Esta línea realizó investigación en temas de biología reproductiva, florística, biogeografía, sistemática, evolución y filogenia de plantas del Neotrópico. La línea contó con cuatro investigadores y tiene a su cargo el Herbario CICY y la Flora Digital de la península de Yucatán.

Los investigadores publicaron 14 artículos indexados, 2 artículos no indexados y 4 artículos de divulgación. En el tema de divulgación científica, es importante resaltar el trabajo realizado por los integrantes de esta línea, manteniendo una actividad de divulgación científica continua desde el año 2009 a la fecha, con publicaciones semanales a través de la página web "Desde el Herbario CICY" (http://cicy.academia.edu/DesdeelHerbarioCICYHerbarioCICY) y de la página de FaceBook del CICY. La publicación cuenta con ISSN, sus ensayos fueron escritos por investigadores y estudiantes, arbitrados por pares y citados en artículos de revistas indizadas. En el año 2020 se alcanzó el gran logro de 500 publicaciones.

Dentro de esta línea, hay 3 proyectos vigentes 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" (Ciencia básica 2016-Conacyt), cuya responsable técnica es la Dra. Ivón Ramírez. Un segundo proyecto "Endemic species in small freshwater lagoons in the Yucatan Caliche" fue financiado por el Botanic Gardens Conservation International, siendo el responsable técnico el Dr. Rodrigo Duno de Stefano. Se aprobó también el proyecto "Estudio interdisciplinario en las poblaciones nativas mexicanas de amaranto para determinar su centro de domesticación y valorar los rasgos agrícolas que permitan la mejora de cultivares" en la Convocatoria Ciencia de Frontera 2019, cuyo responsable técnico es la Dra. Ivonne Sánchez del Pino.

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.

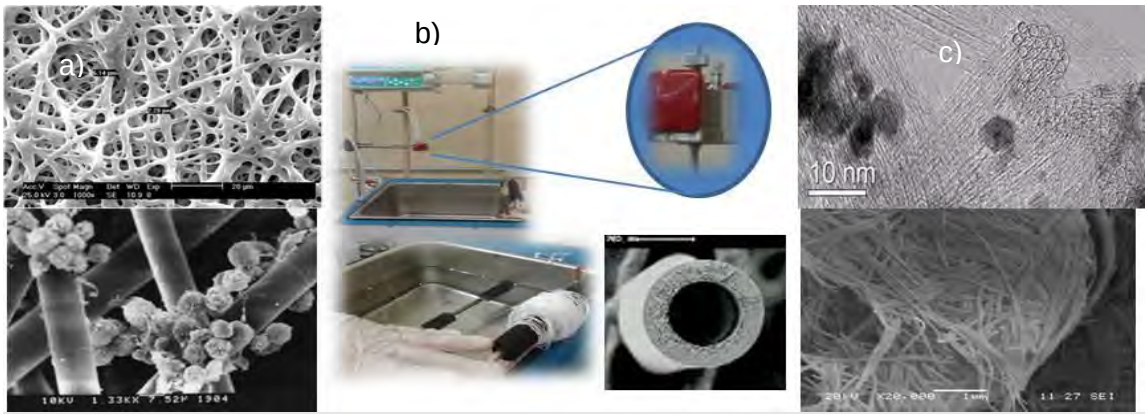


Figura 9. Investigación en Unidad de Materiales

La Unidad de Materiales contó durante el 2020 con un total de 6 proyectos de investigación, de los cuales 1 concluyó y actualmente 5 están vigentes. Como parte de la productividad académica, se generaron durante 2020 un total de 64 publicaciones científicas, de las cuales 58 artículos fueron publicados en revistas indizadas internacionales, 2 en revistas no indizadas, 1 artículo de difusión y 3 artículos de divulgación. En el rubro de formación de recursos humanos se graduaron un total de 17 alumnos de los cuales 6 fueron de doctorado, 8 de maestría y 2 de licenciatura.

La difusión de la investigación realizada en la Unidad en el 2020 consistió en la participación de su personal en 3 congresos internacionales y 5 nacionales de manera virtual. Asimismo, se participó en diferentes eventos de divulgación como entrevistas y seminarios externos, entre otros eventos.

Durante el periodo, la vinculación académica se reflejó en la participación de investigadores, nacionales y extranjeros, como sinodales de exámenes de grado y tutoriales de estudiantes del posgrado en materiales poliméricos. La Unidad contó con 4 posdoctorantes (Dra. Cynthia Guerrero Bermea, Dr. Ángel Mora Córdova, Dr. Rubén Rangel Pérez Matú y el Dr. Jesús Ortiz Espinoza), quienes contribuyeron académicamente a las actividades sustantivas de la Unidad. Asimismo, 3 profesores investigadores realizaron sus respectivos sabáticos a saber: Dr. Gonzalo Canché Escamilla realizó su sabático en la Universidad de Concepción, Chile; concluyendo su comisión en el primer semestre 2020. Referente al Dr. Gonzalo Carrillo Baeza, quien realizó la estancia sabática en la Universidad de Youngstown, Ohio, USA, concluyendo en el segundo semestre 2020; finalmente, el Dr. Pedro Herrera Franco se reincorporó a sus actividades de investigación después de su

sabático en la Universidad Marista de Mérida, México, concluyendo su comisión en el mes de julio 2020.

Las líneas de investigación de la UMAT presentaron el siguiente desempeño:

Materiales Compuestos y Nanomateriales

Esta línea de investigación contó con la participación de 7 investigadores y 1 catedrático, durante el 2020 publicaron 28 artículos en revistas indexadas y 2 en revistas de divulgación. Además, contó en 2020 con 4 proyectos, de los cuales 1 concluyó. Los proyectos que continúan son: "Desarrollo de materiales compuestos livianos con aplicaciones estructurales para zonas sísmicas", convocatoria: Problemas de Desarrollo Científico para Atender Problemas Nacionales 2017, y "Estudio de materiales compuestos biomiméticos con estructura jerárquica usando simulaciones computacionales avanzadas" a cargo del Dr. Emmanuel Flores correspondiente a la convocatoria de Ciencia Básica; finalmente, el proyecto "Integrated thermo-mechanical monitoring of composites using carbon nanotube yarns" a cargo del Dr. Francis Avilés Cetina, financiado por el US NAVY.

Reciclado y Procesamiento de Materiales

Esta línea de investigación contó durante 2020 con la participación de 3 investigadores y 1 ingeniero. Durante este año se han publicado 7 artículos de investigación en revistas indexadas. Esta línea participó en un proyecto CIDIGLO-CICY, con el tema "Diagnóstico sobre gestión municipal de RSU en Río Lagartos, Yucatán". También se participó en el proyecto "Acciones para mitigar los impactos de COVID19 en los gobiernos locales" dentro de la convocatoria CONACYT "Apoyo para proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en salud ante la contingencia por COVID-19 y en el proyecto "Gestión integral de residuos en entornos costeros (FORDECYT-CONACYT 2019)".

Materiales para Medicina Regenerativa

Esta línea de investigación contó con la participación de 3 investigadores y 1 catedrático, durante 2020 publicaron 14 artículos en revistas indizadas y 1 en revista no indizada, asimismo contó con un proyecto financiado. El proyecto correspondiente a la convocatoria de Investigación Científica Básica que continuó es "Estudio de las propiedades superficiales de biomateriales poliméricos y su influencia en la conducta de adhesión y proliferación celular", con el Dr. José Manuel Cervantes como responsable técnico. Se participó en diversas convocatorias, incluyendo el Grupo de Trabajo México-Quebec y el proyecto fue aprobado en Canadá, pero la contraparte en México no fue sujeto a apoyo presupuestal. De igual manera, fue aprobado 1 proyecto en modalidad grupo, de la convocatoria 2019 Ciencia de frontera, cuyo título es: "Síntesis y caracterización de hidrogeles basados en redes

interpenetradas de colágeno-poliuretano-polisacáridos para aplicaciones en ingeniería tisular" siendo responsable la Dra. Nayeli Rodríguez Fuentes.

Materiales para Aplicaciones Especializadas

Esta línea de investigación tuvo la participación de 1 catedrático y 2 investigadores, ya que en agosto de 2020 se incorporó el Dr. Ángel de Jesús Montes Luna como investigador en el Grupo de Membranas. Durante el año 2020 publicaron 9 artículos en revistas indexadas y 1 en revista no indizada. Contó con 1 proyecto financiado: "Síntesis de copolímeros funcionalizados de estructura controlada y su aplicación como membranas catalíticas para la producción de biodiesel" Convocatoria de Investigación Científica Básica, a cargo de la Dra. Ortencia González.

Unidad de Ciencias del Agua (UCIA)

La Unidad de Ciencias del Agua (UCIA) tiene como objetivo generar conocimiento en el campo de la hidrogeología con énfasis en sistemas cársticos, la calidad y el uso sostenible del agua, y la ecología y dinámica de los ecosistemas acuáticos. La investigación que se realiza en la Unidad tiene el fin de contribuir al aprovechamiento y al manejo sostenible de los recursos hídricos, así como determinar la vulnerabilidad del acuífero y aportar conocimiento para su conservación en la península de Yucatán. Su trabajo se orienta al cumplimiento de las funciones sustantivas del CICY en las que se incluyen la investigación, la docencia, la planeación, la transferencia de tecnología y el impacto social de los productos generados.

La UCIA generó 9 artículos de investigación, 3 artículos no indexados, 6 capítulos de libro y 4 artículos de divulgación. El factor de impacto promedio de 2.38.

En lo que corresponde a proyectos de investigación, la Unidad tuvo 6 proyectos en ejecución durante el 2020. Los proyectos estuvieron asociados a las tres líneas investigación, distribuyéndose de la siguiente manera: dos proyectos en la línea de Hidrogeología con Énfasis en Sistemas Cársticos en la convocatoria Research Experience for Undergraduates (REU) de la Universidad del Norte de Illinois NIU y del Fondo Sectorial SEMAR-CONACYT; dos proyectos en la línea de Ecología y Dinámica de Ecosistemas Acuáticos de la convocatorias CONACYT - Texas A&M University (Research Grant Program Request), finalizado en febrero, y Demanda-Estabilidad ambiental del virus SARS-CoV-2 - CONACYT; y dos proyectos en la línea de Calidad y Uso Sostenible del agua en la convocatoria CONACYT-Ciencia Básica y FORDECYT 2019-01.

En la formación de Recursos Humanos durante el 2020, la Maestría en Ciencias del Agua mantuvo un número de 13 estudiantes activos; los alumnos del posgrado tuvieron codirectores externos adscritos a instituciones como el CICESE, Universidad de Colima, Universidad Autónoma de Yucatán, CIAD, la Universidad de Arizona y EAWAG-Suiza. En el posgrado se mantuvieron los Comités tutoriales y Comités de examen de grado en los que participaron investigadores del Cuerpo Académico de la Unidad de Ciencias del Agua e investigadores de otras instituciones como CICESE, UNAM, INECOL, CIDESI, EAWAG Suiza, UADY, Texas A&M University, UCOL, Universidad Autónoma de Aguascalientes, UQROO, la Universidad de Arizona y Nothern Illinois University.



Figura 10.Actividades de difusión y divulgación de la ciencia en la sede Cancún.

En cuanto a la vinculación social y la divulgación de la ciencia, los investigadores y el personal técnico académico participó durante el año en diferentes actividades como se detalla a continuación. Séptima ocasión como satélite en las actividades del programa de Pasaporte al Camino del Conocimiento Científico, dirigido por la Academia Mexicana de Ciencias del Sureste, como parte de esta actividad, este año también se colaboró con el Planetario Ka´Yok´ de Cancún como punto sede y se dio atención a 126 niños y 45 padres de familia a lo largo de los meses enero y febrero (Figura 10), sin embargo, las actividades del Pasaporte Camino al Conocimiento fueron interrumpidas debido a la contingencia por pandemia COVID-19.

La Unidad también participó en la organización del 3er Foro de Educación Ambiental del estado de Quintana Roo, en coordinación con instituciones académicas, gobierno, ONG´s y sector privado del Estado. De igual manera, el personal de la Unidad participó en eventos de educación y difusión de temas ambientales a nivel estatal y en coordinación con

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

diferentes instituciones locales y regionales de Quintana Roo. Por ejemplo, se impartió el taller “Métodos de muestreo de vertebrados acuáticos: Ictiofauna e identificación de especies mediante software en línea” en la Estación del Carmen, ICML, UNAM, Ciudad del Carmen, Campeche (Figura 10).

En el marco del día Mundial de los Humedales se impartió en el Planetario de Cancún la conferencia “Pantanos, Rehoyadas y Aguadas, ¿lo mismo, pero diferente? Con una asistencia de 130 personas. El 4 y 5 de marzo, la Unidad de Ciencias del Agua fue sede y organizador de la primera sesión del Diplomado “Manejo adecuado de las plantas de tratamiento de aguas residuales como herramientas para mejorar la salud del Sistema Arrecifal Mesoamericano” en el cual participó personal de investigación y técnico impartiendo cursos y talleres, dicho diplomado se realizó en colaboración y organización con Amigos de Sian Ka´an, A.C., el cual tuvo una participación de 50 personas inscritas de instituciones públicas y privadas del Estado. En el mes de junio y siguiendo los protocolos de seguridad derivado de la pandemia, en el marco del Día Mundial del Medio Ambiente se realizó una conferencia virtual en el Colegio Boston de Cancún con el título: “Zooplancton” el cual atendió a 120 estudiantes de preparatoria.

Como parte importante de la vinculación de la Unidad con instituciones públicas y privadas, durante el mes de enero se renovó el convenio de colaboración con Amigos de Sian Ka´an, A.C. en un acto protocolario en CICY Mérida, se firmó el convenio general de colaboración académica, científica y tecnológica con el objeto de unir esfuerzos para organizar y desarrollar actividades y proyectos académicos en el ámbito de sus competencias, así como proyectos de investigación e interés para ambas instituciones para la protección y conservación del agua y de los ecosistemas en el estado de Quintana Roo.



Figura 11. Ciencia virtual en la Unidad de Ciencias del Agua.

Para el segundo semestre la UCIA, incrementó la utilización de herramientas tecnológicas, de acuerdo con las necesidades ocasionadas por la contingencia, para continuar realizando divulgación de ciencia mediante conferencias virtuales en diferentes plataformas digitales y redes sociales, en vinculación con aliados clave para la Unidad como lo son; la Red de Planetarios de Quintana Roo y la Red de Educadores. De igual forma se participó en la IV Reunión anual de la Asociación Mexicana sobre estudios del karst y en las Jornadas de mesas de trabajo virtuales para el proyecto del "Tren Maya" en el marco del Foro de Desarrollo Sur- Sureste "Protección y manejo de recursos naturales".

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. Los investigadores de la Unidad participaron también activamente en el Comité Técnico Asesor (CTA) para atender la problemática del Sargazo en el estado.

Ecología y Dinámica de Ecosistemas Acuáticos

Esta línea de investigación se conformó de 4 investigadores, 3 investigadores titulares y 1 investigador Cátedra CONACYT. En el 2020 se reportaron dos proyectos de la convocatoria Texas A&M University-CONACYT Research Grant Program Request, titulado "Linkages between land use, ground water pollution, and cyanotoxins: a comparison between lake-like and stream-like systems, and between urban and rural landscapes", el cual concluyó el 28 de febrero del 2020, y de la convocatoria Demanda-Estabilidad ambiental del virus SARS-CoV-2-CONACYT, 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"; como Responsable Técnico la Dra. Cecilia Hernández de ambos proyectos.

En la formación de recursos humanos especializados esta línea tuvo 6 estudiantes de maestría en proceso y 2 estudiantes graduados. En cuanto a las publicaciones, durante el periodo 2020 se reportan 3 artículos de investigación, 5 capítulos de libro y 2 artículos de divulgación.

Hidrogeología en sistemas cársticos

Esta línea de investigación se conformó de 3 investigadores, 1 investigador titular y 2 investigadores Cátedra CONACYT. En el año 2020 se reportaron dos proyectos, uno de la convocatoria NIU-REU Grant titulado "Water Quality in the Yucatan Peninsula"; el cual tuvo una ampliación y estará vigente hasta el 2022 y el segundo, 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"; como Responsable Técnica la Dra. Rosa María Leal Bautista.

En la formación de recursos humanos especializados, esta línea tuvo 4 estudiantes de maestría en proceso y uno graduado. En 2020, la línea de hidrogeología reportó 4 artículo de Investigación y 1 artículo de divulgación publicados.

Calidad y uso sostenible del Agua

Esta línea de investigación tuvo 2 investigadores Cátedra CONACyT y reportó dos proyectos de investigación: uno de la convocatoria CONACYT-Ciencia Básica 2016 titulado "Línea de Agua Meteórica de la Península de Yucatán" el cual sigue vigente y como responsable Técnico el Dr. Eduardo Cejudo Espinosa; y el segundo 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" como Responsable Técnico el Dr. Diego A. Casas Beltrán.

En la formación de recursos humanos especializados, esta línea reportó 3 estudiantes de maestría en proceso, 1 estudiante de la maestría graduado. En publicaciones se reportaron 2 artículos de investigación, 1 capítulo de libro y 1 artículo de divulgación.

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.

En la producción científica, durante el 2020 la UER tuvo 29 publicaciones: 23 fueron artículos en revistas indizadas en Journal Citation Reports (JCR), 2 artículos no indizados, 2 capítulos de libro y 2 artículos no indizados. Con respecto a los artículos científicos, se tuvo un factor de impacto promedio de 2.76.

Las 3 patentes obtenidas en el área de desarrollo tecnológico fueron "Producción de etanol a partir del árbol de ramón (*Brosimum alicastrum*)" No. MX/a/2015/0151990 y 2 patentes más en USA y Brasil con el título "Electronic circuit for harvesting energy from ultra-low power sources" US10734822B2 and WO2017089871A1.

Los miembros de la UER participaron en 5 congresos. De igual manera, los investigadores participaron activamente en el Consejo Estatal de Energía Renovable (Yucatán), la comisión evaluadora de Becas Conacyt-Regional Sureste 2020, la sociedad Mexicana del Hidrógeno, la red de almacenamiento de Energía, la red temática de bioenergía, la red mexicana de

bioenergía, la red solar, la SMBB, IEEE, así como evaluadores de proyectos CONACYT y del SNI convocatoria 2020.

Como parte de la ejecución de proyectos de investigación y formación de recursos humanos, se graduaron un total de 14 estudiantes, 3 de Doctorado y 11 de Maestría.

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 como sanitizante líquido, este producto fue entregado en un kit sanitario a todo el personal, que incluía un cubrebocas y una botellita de alcohol de 200 ml, al regreso de la nueva normalidad a la institución. Durante el periodo de mayo a noviembre de 2020 se produjeron 150 L de etanol al 70% ().



Figura 12. Producción de etanol al 70% en la Unidad de Energía Renovable.



Figura 13. Investigación y personal de la Unidad de Energía Renovable.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

Figura 14. Investigación y personal de la Unidad de Energía Renovable.

Durante el 2020 la UER contó con 6 proyectos vigentes entre las 3 líneas de investigación. En el caso de la línea de Tecnología de Electroquímica para la Energía, se obtuvo un proyecto en la convocatoria Ciencia de frontera 2020, como corresponsable técnico.

En cuanto a los resultados por líneas de investigación se tuvo lo siguiente:

Bioenergía

Esta línea de investigación tuvo la participación de 5 investigadores. Con los siguientes proyectos: "SENER CEMIE-BIO-Clúster de biocombustibles gaseosos" bajo la responsabilidad técnica de la Dra. Liliana Alzate Gaviria. Licenciamiento a empresa ROTOPLAS de la Dra. Liliana Alzate Gaviria y "SENER CEMIE-BIO-Clúster de Bioturbosina" del Dr. Juan Carlos Chavarría (Este proyecto cerró en 2020). Así mismo se colaboró con la Unidad de Ciencias del Agua en el proyecto SEMAR para atender la problemática de sargazo, donde participan los doctores Raúl Tapia y Liliana Alzate Gaviria. De igual forma, fue aprobado el proyecto: "Detección del SARS-CoV-2 en matrices ambientales y validación de un novedoso sistema de tratamiento bioelectroquímico para disminuir concentraciones virales", como co-responsable técnica la Dra. Liliana Alzate Gaviria. Adicionalmente esta línea generó 3 patentes, 2 internacionales y 1 nacional.

Tecnologías electroquímicas para la energía

Esta línea de investigación contó con 3 investigadores. Durante 2020 continuó el proyecto "Consolidación del laboratorio de energía renovable del sureste (LENERSE)" del fondo sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad-Energética cuya responsable técnica es la Dra. Daniella Pacheco Catalán. De igual forma continuó el proyecto "Desarrollo e implementación de celdas de combustible milimétricas para aplicaciones portátiles en caso de desastre natural", Conacyt-Problemas Nacionales, con la Dra. de cátedras Beatriz Escobar Morales como responsable técnica.

Sistemas Híbridos de Energía

En esta línea de Investigación se contó con la participación de 3 investigadores Cátedras CONACYT. El proyecto que continuó durante 2020 fue "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 caribe mexicano" de la convocatoria CONACYT-Problemas nacionales 2016 bajo la responsabilidad técnica del Dr. Víctor Ramírez Rivera. También se aprobó 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", con el Dr. David Patiño como corresponsable técnico.

3.3 Logros Obtenidos

3.3.1 Colaboraciones / alianzas

El CICY impulsa y fortalece sus acciones de colaboración y gestión interinstitucional mediante diversas estrategias y acciones, entre las cuales se incluye la participación en los consorcios y diversas alianzas estratégicas entre centros públicos y a través de diversos proyectos, con el propósito de fortalecer el trabajo interdisciplinario, intradisciplinario, colegiado y la repercusión socio ambiental de la investigación y la transferencia de conocimiento.

Alianzas ante COVID-19

Ante la crisis sanitaria, el CICY reforzó sus redes de colaboración y grupos de investigación en diversos temas, para impulsar investigación colaborativa y pertinente en torno al COVID-19. En el marco de las convocatorias del CONACYT del Fondo - Programa de Apoyos para Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación (Apoyo para Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Salud ante la contingencia por COVID-19), el CICY logró ser líder del proyecto "Detección del SARS-CoV-2 en matrices ambientales y validación de un novedoso sistema de tratamiento bioelectroquímico para disminuir concentraciones", el prototipo en estudio se encuentra en TRL 8 para ser evaluado tanto en Yucatán como Quintana Roo. Asimismo, 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)", el objetivo de dicho proyecto es desarrollar un microchip de bajo costo y su instrumentación, que pueda 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). Otro proyecto relevante durante 2020 para CICY y en cooperación con la ENES (Escuela Nacional de Estudios Superiores) Unidad Mérida UNAM, fue el proyecto "Observatorio regional de gobernanza y coordinación social ante el COVID-19". De manera relevante, en Quintana Roo, la Unidad de Ciencias del Agua coordinó el establecimiento de un 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.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

Colaboración ante problemas regionales

En temas de importancia regional y nacional, fue aprobado el proyecto "Estudios técnicos de caracterización de sargazo orientados a la generación de normatividad asociada a riesgos y a su potencial aprovechamiento productivo", coordinado por el CICY (UCIA y UER) y financiado por el Fondo Sectorial de la Secretaría de Marina (SEMAR)-CONACYT, con la participación del CIMAV (Centro de Investigación en Materiales Avanzados), la UACAM (Universidad Autónoma de Campeche) y la Universidad ANÁHUAC Mayab (UNIMAYAB).

De igual forma, CICY tuvo la oportunidad de participar en proyectos de interés nacional, con alcance específicamente regional, por ello, los Doctores, Casandra Reyes, Juan Manuel Dupuy, José Luis Hernández y Celene Espadas de la URN participaron activamente en las diferentes mesas multidisciplinarias de retroalimentación del Tren Maya, con 20 instituciones más de la región entre IES (Institutos de Educación Superior), observatorios y comunidad social, que son y serán partícipes a lo ancho y largo de la península de Yucatán.

Alianzas estratégicas

En el marco de la nueva política pública en humanidades, ciencia, tecnología e innovación, no se ha determinado el derrotero de los llamados "consorcios" que fueron constituidos para el trabajo colaborativo entre los Centros Públicos de Investigación, en los cuales el CICY participa. Bajo las nuevas estrategias del Gobierno Federal, se está revisando la pertinencia de estos. No obstante, bajo la premisa del trabajo colaborativo para impulsar el desarrollo socio regional, el Centro mantiene vigente su participación en CIDIGLO y ADESUR.

CIDIGLO

Se participa en el Consorcio de Investigación y Diálogo sobre Gobierno Local (CIDIGLO), cuyo objetivo es propiciar y articular saberes diversos en la solución de problemas económicos y sociales desde enfoques integrales, colaborativos, cooperativos e interinstitucionales. En este consorcio participaron CIESAS, El Colegio de Michoacán, El Colegio de San Luis, CIATEJ y CICY. Las líneas de investigación en las que trabaja CIDIGLO son:

1. Agua: recursos hídricos, calidad del agua, gestión integral y servicios públicos.
2. Cadenas de valor agrícola: valor agregado a la producción y comercialización de alimentos.
3. Residuos y materiales: aprovechamiento y valorización de residuos, gestión integral de residuos.

4. Turismo: elaboración de planes rectores, ordenamiento territorial, turismo sustentable.
5. Gobernanza local eje transversal: gobierno abierto, evaluación de políticas públicas, participación social.

El CICY, participa con los siguientes investigadores: Dra. Liliana Alzate Gaviria, como enlace académico, Dr. Javier Mijangos, Dr. Luis Sáenz, Dr. Diego Casas, Dr. Gilberto Acosta, Dr. Ricardo Cruz, Dr. Javier Guillen, Mtra. María Antonieta Saldívar Chávez y Dr. Raúl Tapia Tussell.

La relación de CIDIGLO con los Centros se hace a través de Comités de Enlace. Se sostienen reuniones remotas CIDIGLO/CICY de manera periódica para asegurar la adecuada coordinación de las diversas actividades.

Durante el periodo se trabajó con mayor énfasis en la línea de residuos sólidos en el proyecto de sargazo, considerándose esta problemática transversal a las 5 líneas de CIDIGLO. Se gestionaron convenios de colaboración con los municipios de Quintana Roo (como son Puerto Morelos) implicados en la problemática del arribazón de sargazo, un proceso que se ha visto complicado a causa de la pandemia y cuyo lugar fue seleccionado como comunidad vulnerable ante el exceso de arribazón de sargazo, derivando en dificultades económicas y ambientales.

De igual manera, el personal de la UCIA con el grupo CIDIGLO, realizó reuniones con diferentes Municipios del estado de Quintana Roo como son Benito Juárez, Puerto Morelos, Playa del Carmen y Tulum para establecer un marco de colaboración en actividades de mutuo interés por su transcendencia social, científica, cultural o educativa, y de manera no limitativa se tienen las siguientes: a) Intercambio de información y perspectivas así, como exploración de oportunidades para la realización de proyectos de investigación en los Municipios. b) Planteamiento y diseño de proyectos en las líneas de manejo de residuos, patrimonio y turismo, gobernanza, cambio climático, agroecología y seguridad hídrica y c) Colaboración en la recopilación de información para la caracterización de problemáticas ambientales en el territorio del Municipio.

ADESUR

Esta Alianza está conformada por el CICY, CIATEJ, Centro GEO y CIAD con una perspectiva regional que busca impulsar la economía de la región Pacífico Sur en las entidades de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Durante el periodo se realizó un proceso de reestructuración de la Alianza entre autoridades del CONACYT y las instituciones participantes en ADESUR. No obstante, se continúan atendiendo los compromisos de los

proyectos relacionados con el consorcio, así como nuevas oportunidades para atender en la región, de manera más pertinente, el desarrollo socio regional a través de las cadenas agroalimentarias de alto valor.

Los proyectos desarrollados en el CICY y que están relacionados con ADESUR continuaron sus actividades académicas y de investigación en este 2020 con base en lo programado y en los compromisos adquiridos en sus respectivos programas de trabajo. Específicamente, el proyecto de operación de ADESUR y los proyectos de cocotero, agave y café.

Con relación al proyecto FORDECYT "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, se avanzó conforme a lo programado en la segunda etapa y que tuvo como propósito central apoyar a los productores en la región de Guerrero. Atendiendo varios aspectos: (a) Red de germoplasma de cocotero, (b) Identificación de las zonas con potencial productivo y caracterización edafológica, (c) Fortalecimiento y escalamiento de la micropropagación de cocotero, (d) Manejo integral del picudo (*r. palmarum*), (e) desarrollo y validación de un inóculo microbiano entomopatógeno para combatir el picudo negro, (f) Producción artesanal de aceite de coco, (g) Prototipos de envasadoras para aceite de coco RBD y virgen para comunidades rurales. (h) Prototipo para la producción de harina de coco, (i) Innovación tecnológica para la producción de aceites de cocotero, (j) Planta piloto para envasado de agua de coco, (k) Coordinación, apoyo y divulgación. Tuvo como objetivo contribuir al desarrollo productivo, socio-económico y agroalimentario de la Región Pacífico-Sur y otras áreas productoras de cocotero de México, a través de la formación de recursos humanos y el fortalecimiento de las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación, para que en su conjunto impulsen al fortalecimiento de la cadena de valor del cocotero y la hagan más competitiva para el beneficio de todos los integrantes, en particular los de menores ingresos.

El otro proyecto FORDECYT que impactó en ADESUR y que se mantiene en desarrollo es "Estrategias multidisciplinarias para incrementar el valor de las cadenas productivas de café, frijol, mango, agave, mezcalero y productos acuícolas (tilapia) en la región pacifico sur a través de la ciencia, la tecnología y la innovación" de la convocatoria FORDECYT 2017-10, siendo el 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 el cadena productiva de café. Se entregaron los informes respectivos de avances y se obtuvo una evaluación positiva por parte de CONACYT, de esta forma se mantuvo la continuidad del mismo en 2020.

Durante la segunda etapa del proyecto, los esfuerzos de la cadena productiva mezcal se centraron en:

- La producción y envío de agaves mezcaleros de Oaxaca de diversos tipos producidos *in vitro*.
- El establecimiento de relación con productores y sistema producto en Guerrero, así como el muestreo de *Agave cupreata* y *A. angustifolia "espadín"* (las líneas clonales se llevaron a cabo durante la tercera etapa).
- Capacitación a productores de Guerrero para la recepción de material derivado del cultivo *in vitro* (actividad pospuesto por Pandemia).
- Análisis molecular del material colectado en Guerrero (En proceso y pospuesto por Pandemia).
- Determinación del nivel de ploidía de los diversos tipos de agaves mezcaleros (En proceso y pospuesto por Pandemia).
- Mecanismos de transferencia y socialización de resultados.

El componente de la cadena mezcal está enfocado principalmente al eslabón primario de la cadena, el material vegetal de calidad, en cantidad suficiente. El objetivo de este componente es establecer un proceso de micropropagación a escala de los principales agaves empleados para la producción de mezcal en los Estados de Guerrero y Oaxaca.

Con relación al cafeto, el objetivo general fue generar protocolos eficientes de propagación tanto para *Coffea arabica* como para *Coffea canephora*. En cuanto a los Objetivos específicos se trabajaron en generar un protocolo eficiente de propagación para *C. arabica*; escalar el protocolo de producción de embriones somáticos de *C. canephora*; y generar un protocolo eficiente de propagación. Con las seis parcelas demostrativas que se contempla en los entregables, se espera demostrar la bondad de las técnicas de propagación del cultivo *in vitro*, para favorecer a los productores de la región Pacífico Sur.

Al respecto, se destaca el esfuerzo realizado con la participación de los responsables técnicos en las "Jornadas de Valoración y Seguimiento Proyectos FORDECYT" realizadas durante los días 8, 9 y 10 de junio del 2020, donde fue posible discutir los importantes logros que han tenido los proyectos y se identificaron aspectos potenciales para el fortalecimiento de alianzas territoriales de los proyectos que integran actualmente el FORDECYT-ADESUR.

3.4 Impactos Generados

Durante el periodo, las acciones de investigación científica tuvieron un impacto significativo con la participación en proyectos de gran relevancia y pertinencia en el contexto de la

pandemia, como una necesidad a nivel país, de los cuales se esperan resultados favorables para el entorno, con alto impacto potencial tanto técnico como social, tales como:

- "Detección del SARS-CoV-2 en matrices ambientales y validación de un novedoso sistema de tratamiento bioelectroquímico para disminuir concentraciones".
- "Micro dispositivo para pruebas serológicas de la enfermedad por Coronavirus (Covid-19)", en el cual el CICY 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.
- "Observatorio regional de gobernanza y coordinación social ante el COVID-19", en el proyecto en cooperación con la ENES Unidad Mérida UNAM y el CEPHCIS-UNAM.
- El establecimiento de un laboratorio validado para realizar el diagnóstico de COVID-19, con fines de vigilancia epidemiológica.
- "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 del CICY y financiado por el Fondo Sectorial de la Secretaría de Marina (SEMAR), con la participación del CIMAV, la UACAM y la UNIMAYAB.

De igual manera, se mantuvo el desarrollo en proyectos de colaboración de importancia regional, como la "Conservación, uso sostenible, incremento de la capacidad productiva y revalorización de la milpa maya en Yucatán" (YUC-2018-03 119959), el cual concluyó su primera fase, con la entrega de resultados al usuario. Dicho proyecto atiende la problemática de la Milpa Maya, tendiente a una gestión integral, específicamente del Estado de Yucatán, lo que incluye la parte social (desarrollan la actividad, con sus aspectos religiosos, técnicos y holísticos en general), la parte botánica que incluye 5 especies botánicas de la zona, y relaciona muchas más como microorganismos, insectos y el mismo humano. Además, busca la aplicación de tecnologías en energía renovable y agronómica que llevan a la acción conjunta para obtener la satisfacción de las necesidades de las personas, el rendimiento de los cultivos y la eventual comercialización de los productos generados por la milpa.

Referente a los Proyectos de investigación para este 2020, se tuvieron 59 proyectos de investigación vigentes, como se comentó anteriormente. Sin embargo, es importante resaltar, que hay 2 proyectos que tienen gran importancia social, y son: 1) proyecto FOMIX 119959 "Conservación, Uso Sostenible, Incremento de la Capacidad Productiva y Revalorización de la Milpa Maya en Yucatán", en el cual participaron grupos de trabajo de diferentes Unidades del CICY, así como de los Institutos Tecnológicos de Tizimín y de Conkal, y cuyas actividades redundarán en beneficio de las comunidades campesinas del

estado de Yucatán. 2) proyecto FORDECYT-PRONACES 305021 titulado "Fortalecimiento del papel etnobiológico del Jardín Botánico Regional Roger Orellana-CICY" en el cual participaron cuatro investigadores de la URN en conjunto con el personal del Jardín Botánico del CICY, así como otros actores de la sociedad que comprenden a grupos vulnerables, y el cual permitirá valorar el conocimiento y aportaciones de la cultura Maya en torno a la biodiversidad local.

Por último, como un impacto adicional a destacarse, investigadores e investigadoras de la Unidad de Recursos Naturales, en colaboración con el personal académico y estudiantes de todas la Unidades del Centro, desarrolló y ha mantenido la revista de divulgación "Desde el Herbario", celebrando en este año sus primeras 500 publicaciones.

3.5 Dificultades superadas

Durante el 2020, las necesidades y problemas de infraestructura que ya venía enfrentando la institución desde hace varios años, por daño estructural a edificios (Biotecnología), obsolescencia de equipos y requerimientos de mantenimiento mayor, tanto en equipamientos como en instalaciones físicas y peatonales, se incrementaron ya que se agregaron varios eventos meteorológicos de inundación que impactaron severamente a la institución, en la sede Mérida, sede Cancún y en el Parque Científico y Tecnológico. Los cinco fenómenos hidrometeorológicos que afectaron nuestras instalaciones en la Península de Yucatán en el 2020 fueron las tormentas tropicales Cristóbal, Amanda, Gamma, huracán Delta y Zeta.

Ante ello, se han buscado urgentemente mecanismos alternos de financiamiento y gestión del Centro, mediante tres opciones. Sin embargo, no hubo respuesta favorable durante 2020:

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

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

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

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 los profesores dedican gran parte de sus labores, en estrecha relación con las actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

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), cuenta con un estudiante que obtendrá el grado en 2021; debido a los bajos indicadores de este programa, se tomó la decisión institucional de no convocar a nuevos ingresos en los últimos años y no solicitar su renovación ante el PNPC.

En el contexto de la convocatoria de renovación del PNPC 2020, se presentó el registro para la evaluación de los programas de Doctorado en Ciencias (Ciencias Biológicas), Maestría y Doctorado en Energía Renovable, los cuales se encuentran en nivel de competencia internacional, consolidado y en desarrollo, respectivamente; los indicadores de los programas mostraron una tendencia positiva. Durante el 2020 se completaron con éxito las evaluaciones ante el PNPC, entre los cuales se obtuvo una promoción al nivel superior en el PNPC: La Maestría en Energía Renovable ratificó su nivel de Consolidado, el Doctorado en Energía Renovable logró cambiar de nivel de desarrollo a nivel consolidado y el Doctorado en Ciencias Biológicas ratificó su condición de posgrado nivel de competencia internacional. Con base en lo anterior, al cierre de 2020, uno de nuestros programas cuenta con el nivel de competencia internacional, cinco están en el nivel de consolidado y uno en desarrollo. Lo anterior, representa un logro más hacia la excelencia académica en nuestros posgrados.

En respuesta a la emergencia sanitaria provocada por COVID-19, durante el año se implementaron 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. Las medidas implementadas permitieron continuar con los procesos establecidos en el calendario de Docencia, tales como, admisiones, periodos de exámenes tutoriales, exámenes de grado, clases a distancia, cierres de

calificaciones del semestre, postulaciones a becas, entre otros. Los eventos presenciales que estaban en proceso como el congreso de estudiantes fueron diferidos hasta nuevo aviso y algunos eventos como los seminarios de estudiantes y la ceremonia de inicio de semestre se replantearon en una modalidad a distancia. Sin embargo, esto no ha afectado los procesos sustanciales de Docencia, por lo que durante el 2020 se cumplieron los indicadores planeados.

4.2 Resultados Obtenidos

Durante el 2020, se atendieron un total de 739 alumnos, de los cuales 349 son parte de los programas de posgrado del Centro, 310 del Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) y 80 del Programa de Educación Continua (Tabla 2).

Tabla 2. Histórico de la formación de Recursos Humanos 2017- 2020 (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**

4.2.1 Programas de posgrado

Durante el segundo semestre del 2020 se realizó la evaluación de los programas de Maestría y Doctorado en Ciencias (Energía Renovable), el primero se mantuvo en el nivel de programa consolidado con vigencia de cinco años hasta el 2025, el segundo cambió de nivel a programa consolidado con vigencia de tres años hasta el 2023. Asimismo, se realizó la evaluación del Doctorado en (Ciencias Biológicas) la cual se mantuvo en el nivel de programa de competencia internacional con vigencia de cinco años hasta el 2025. Durante el año, se graduaron un total de 74 estudiantes en los diferentes programas, dando un valor de 0.83 graduados por investigador (74/89), de acuerdo con los indicadores vigentes. Los tiempos de titulación estuvieron en un promedio de 54 meses para el doctorado y 30 meses para la maestría, lo que demuestra que nuestros programas se encuentran dentro 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, en el año de 2020 y derivado de la contingencia por COVID-19, los procesos de admisión se realizaron a distancia. Lo anterior fue posible gracias al apoyo de las coordinaciones y de los comités de admisión permitiendo así la continuidad del proceso durante la contingencia.

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 521 aspirantes distribuidos en los diferentes programas, de los cuales 73 corresponden a estudiantes extranjeros. En los procesos de admisión del año de 2020, participaron 135 aspirantes de los cuales 34 aspirantes fueron internacionales (Tabla 3), entre estos se encuentran los aspirantes de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) como parte del convenio específico de colaboración para el desarrollo de la Maestría en Ciencias Biológicas entre la UNAH y el CICY. Es así, como en el contexto de dicho convenio 10 estudiantes de la UNAH iniciaron sus actividades en el semestre 2020-II en la Maestría en Ciencias Biológicas.

Tabla 3. Histórico del registro de aspirantes en línea (2017- 2020)

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
Total	**314**	**89**	**74**	**44**	**521**	**73**

Durante el 2020, la matrícula de posgrado en los ocho programas del Centro alcanzó una cifra de 349 estudiantes, 196 estudiantes de maestría y 153 estudiantes de doctorado (Tablas 4 y 5). De ellos, el 46% son mujeres y el 54% son hombres. Al cierre del año, se encuentran activos un total de 260 alumnos, incluyendo a los de nuevo ingreso.

Tabla 4. Histórico de la Matrícula en los Programas de Posgrado 2017- 2020.

Año	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total	Maestría	Doctorado	Total
2017	172	69	65	24	330	183	147	330
2018	181	58	69	25	333	180	153	333
2019	198	64	66	23	351	196	155	351
2020	**210**	**65**	**57**	**17**	**349**	**196**	**153**	**349**

Los programas de maestría han presentado tendencias positivas con respecto al número de estudiantes matriculados en los últimos años. En el 2020 se registró un incremento de 8.9 % con respecto al 2019, alcanzando en el período del 2017 al 2020 un promedio de 340 alumnos matriculados.

Tabla 5. Matrícula en los Programas de Posgrado 2020.

Posgrado	Activos	Graduados	Nuevo Ingreso 2019	Bajas Temporales	Bajas Definitivas	Total Atendidos
Doctorado tradicional y Doctorado directo en Ciencias Biológicas	60	19	24	1	4	108
Maestría en Ciencias Biológicas	42	24	31	1	4	102
Doctorado en Materiales Poliméricos	19	5	5	0	0	29
Maestría en Materiales Poliméricos	21	5	9	0	1	36
Doctorado en Energía Renovable	10	4	2	0	0	16
Maestría en Energía Renovable	18	13	6	1	3	41
Maestría en Ciencias del Agua	6	4	7	0	0	17
Total	**176**	**74**	**84**	**3**	**12**	**349**

En los últimos años se observan variaciones en el ingreso de estudiantes de maestría, ya que, en el 2017 se registró el ingreso de 72 estudiantes de maestría, mientras que en el 2018 se registró el ingreso de 43 estudiantes. Sin embargo, durante el 2019 se observa nuevamente una tendencia positiva con relación a 2018 ya que la matrícula de estudiantes de maestría registró un aumento con 60 estudiantes. Durante el año de 2020 se registró un ingreso de 53 estudiantes (Figura 14).



Figura 14. Matrícula en maestría del CICY 2017- 2020.

Por su parte, el programa doctoral (iniciado en 1993) ha mostrado una variación en la matrícula durante el periodo reciente 2017-2020. En este periodo se obtuvo un promedio anual de 27 estudiantes. La Figura 15 presenta el histórico de la matrícula de doctorado desde 2017 hasta el año 2020. 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.

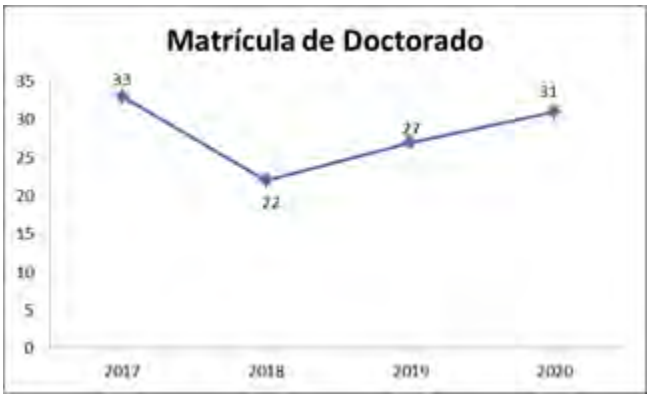


Figura 15. Histórico de la matrícula en doctorado del 2017- 2020

En todos los programas de posgrado, un comité tutorial evalúa los avances de los alumnos mediante reuniones semestrales. Durante el primer semestre escolar del año 2020, se llevaron a cabo 160 exámenes tutoriales y 13 exámenes pre-doctorales, los cuales fueron realizados a distancia por medios electrónicos (videoconferencia o video llamada), debido a la contingencia por COVID-19. Para el segundo semestre escolar de 2020 que finaliza en

enero 2021, se cuenta con 149 exámenes tutoriales y 18 predoctorales ya programados, los cuales se realizarán a distancia por medios electrónicos.

Los programas de posgrado son escolarizados e incluyen cursos formales los cuales fueron dictados por los profesores adscritos, de forma presencial al inicio del semestre y a distancia a partir del mes de marzo, debido a la contingencia por COVID-19. Durante el año de 2020 se impartieron 81 cursos en los diferentes programas. De ellos, 32 correspondieron a la maestría y doctorado en Ciencias Biológicas, 20 a Materiales Poliméricos, 20 a Energía Renovable y 9 a la Maestría en Ciencias del Agua. Además del personal de planta 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, ya sea impartiendo cursos, o como directores de tesis o tutores, así como en los Consejos Académicos de Profesores de los programas de posgrado. Además, la participación de los investigadores como directores de tesis en el programa es muy alta, alcanzando un valor de 95% (84/88); con un promedio de tres estudiantes por investigador, considerando el total de 260 estudiantes vigentes. Este valor se divide en 140 estudiantes de maestría (54%; con un promedio de 1.66 estudiantes/director) y 120 estudiantes de doctorado (46%; con un promedio de 1.42 estudiantes/director).



Figura 16. 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 y la generación de conocimientos y tecnologías, que sean innovadoras y

pertinentes, encaminados a resolver los problemas de la sociedad y a la construcción de un desarrollo sustentable. Durante el 2020, se graduaron 74 alumnos, 46 de maestría y 28 de doctorado (Tabla 6). Del total de los exámenes de grado 23 se realizaron de forma presencial y 51 a distancia.

Tabla 6. Histórico de graduados del periodo 2017- 2020

Año	Maestría	Doctorado	Total
2017	50	21	71
2018	41	21	62
2019	48	26	74
2020	**46**	**28**	**74**

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 de graduados maestría con 56 y 61 graduados 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 17). Durante el 2020 se contó con 46 graduados de los programas de maestría.



Figura 17. Egresados de los programas de maestría del CICY en el periodo 2017 - 2020.

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 valor 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 18). Durante el año de 2020 se contó con 28 graduados de los programas de doctorado, manteniendo una tendencia positiva al cierre.

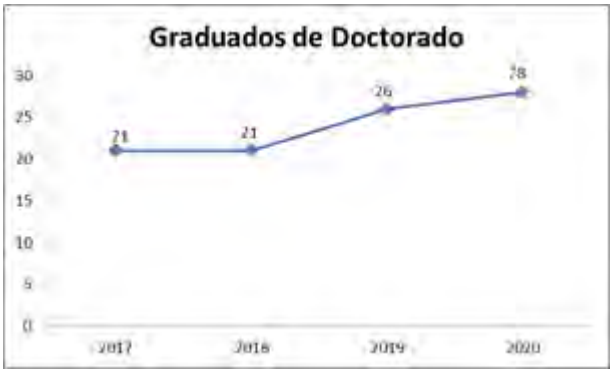


Figura 18. Egresados de programas de doctorado del CICY en el periodo de 2017- 2020.

4.2.3 Formación de Recursos Humanos externos

En 2020, mediante el Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) se atendieron en total a 310 estudiantes, de los cuales 295 fueron de licenciatura (33 en entrenamiento, 50 de servicio social, 62 de prácticas profesionales y 150 tesistas), 12 de posgrados externos (7 de maestría y 5 de doctorado), 2 estancias de investigación y 1 verano Científico. De los 295 estudiantes de licenciatura 27 obtuvieron el grado (19 con tesis y 8 con memorias de residencia) en las diferentes áreas sustantivas de la institución. De los 12 estudiantes de programas de posgrado externos a la Institución 2 obtuvieron el grado (1 de maestría y 1 de doctorado) (Tabla 7). En total se registraron 351 movimientos, ya que 41 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 2020, se han graduado en total 1,232 estudiantes de licenciatura, arrojando un promedio anual cercano a 35. El histórico reciente (2017-2020) de estudiantes graduados de licenciatura y posgrados externos se presenta en la Tabla 7. En el 2020 se obtuvieron menos estudiantes graduados de licenciatura con respecto al histórico, debido principalmente al cierre de actividades presenciales, tanto en las instituciones de

donde provienen los estudiantes como en el Centro, debido a la contingencia por COVID-19. 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 y la Universidad de Quintana Roo y otras instituciones.

Tabla 7. Histórico de estudiantes graduados de programas externos 2017-2020.

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**

Entre los programas de maestría y doctorado externos de donde provienen los alumnos inscritos al SAE, podemos mencionar el Doctorado en Ciencias en Agricultura Tropical Sustentable del Instituto Tecnológico de Conkal, el Doctorado en Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Yucatán, el Doctorado en Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, la Maestría en Ingeniería del Instituto Tecnológico de Mérida y la Maestría en Ciencias del Colegio de Postgraduados.

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 2020 en el Programa de Educación Continua se ofertaron cursos presenciales en menor número en comparación con otros años, debido a que a partir del 17 de marzo se suspendieron las actividades presenciales por la pandemia por COVID-19. Sin embargo, se generaron recursos propios recaudando $95,240.00 pesos. El programa atendió a 80 profesionistas en sus necesidades de capacitación y funcionó como una opción para la capacitación del personal interno, generando ahorros institucionales por un monto de $70,080.00 pesos derivado de la asignación de 27 becas al personal y estudiantes del Centro que participaron en el programa de educación continua (PEC). Estas 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 información sobre educación continua se presenta en la Tabla 8, los datos históricos de este programa se pueden observar en la Tabla 9.

Tabla 8. Resumen numeral de información de educación continua.

Área	Cursos	Alumnos	Ingresos	No. Becas	Ahorros
UBT	2	44	65,240	27	70,080
GeMBio	3	36	30,000	0	0
TOTAL	**5**	**80**	**$ 95,240**	**27**	**70,080**

Tabla 9. Datos históricos del Programa de Educación Continua en el periodo 2017- 2020.

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

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

4.3 Logros Obtenidos

En respuesta a la emergencia sanitaria provocada por COVID-19 y debido a que durante el primer semestre del año se implementaron diversas estrategias institucionales, se logró la continuidad de los procesos de Docencia. Durante el año 2020 los cuerpos académicos se organizaron para impartir los cursos a distancia a partir del inicio de la contingencia y hasta finalizar el año. Esto permitió que los estudiantes continuaran con sus asignaturas y con su plan de estudios sin interrupción y a distancia. 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 la contingencia se lograron llevar a cabo las evaluaciones de Trabajo de Tesis y Seminario de Investigación a través de plataformas de videoconferencia, donde los comités tutoriales (integrados por profesores adscritos al Centro y profesores de instituciones externas) y los directores de tesis dieron seguimiento puntual al avance del trabajo de investigación de los estudiantes correspondientes a los dos semestres del 2020. Como parte del seguimiento académico se aplicó una encuesta a través de formularios de Google para conocer los planes de trabajo de los alumnos y para identificar las dificultades reportadas debido al cierre de las actividades presenciales. Los estudiantes de posgrado en conjunto con sus directores de tesis generaron planes de trabajo e informes de las actividades realizadas durante la contingencia. 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.

A partir del mes de mayo, el Consejo General de Posgrado en conjunto con las diferentes áreas de la Dirección de Docencia, lograron implementar un procedimiento para que los estudiantes presentaran su examen de grado a distancia, lo que permitió la programación de exámenes durante la contingencia. Dicho procedimiento permitió que los estudiantes programaran su examen a distancia como parte de las condiciones de la nueva normalidad. Debido a lo anterior, al cierre del año se alcanzó el indicador de Formación de recursos humanos especializados planeado. El indicador obtenido para el año fue de 0.83 (74/89) lo cual fue superior a lo proyectado (0.82) con un avance en esta meta del 101%. Además, por primera vez en la historia de los procesos de admisión del Centro, se lograron completar todas las etapas del proceso a distancia y utilizando plataformas de videoconferencia. Esta estrategia nos permitió emitir las convocatorias de nuevo ingreso para el semestre 2020-II y 2021-I, no perdiendo así la oportunidad de evaluar a los aspirantes en los periodos establecidos en el calendario de Docencia.

En cuanto a las medidas implementadas que tuvieron el fin de mejorar los procesos internos del área de control escolar durante la contingencia, se trabajó en conjunto con la Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (UTIC) para establecer el procedimiento para la firma electrónica para el registro de calificaciones de los estudiantes. Este procedimiento se implementó durante el segundo semestre de 2020 y es un logro que permitirá agilizar varios procesos operativos del posgrado. Por otra parte, el Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) en el año 2020, 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.

Entre 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), durante el primer semestre de 2020 se logró concluir con el primer proceso de admisión para los aspirantes de la UNAH. Por lo tanto, la primera generación realizó su inscripción en el segundo semestre del año en el programa. Este es un avance del Centro que permitirá 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 74 graduados durante en el año 2020, 29 están ocupados (39%): 13 en actividades de docencia e investigación en el sector público, 10 en estudios doctorales, 5 prestando servicios en empresas del Sector Privado, 1 en actividades profesionales propias y 45 se encuentran sin empleo. Es importante mencionar que el 61% (45/74) de los que no cuentan con empleo egresaron en los últimos dos meses del 2020 (noviembre-diciembre).

De manera histórica, se han graduado un total de 947 estudiantes en los programas del Centro; 642 de maestría (68%) y 305 de doctorado (32%). Alrededor del 85 % (808 egresados) se encuentra ocupado, y de éstos, cerca del 62% se encuentra laborando en actividades de docencia y/o investigación, alrededor del 18% realiza estudios doctorales o posdoctorales, y el restante 20% se encuentra en los sectores privado (14%), público (4%) y prestando servicios independientes como asesores (2%). Estos datos confirman la pertinencia de los programas de posgrado del CICY.

4.5 Dificultades superadas

El año 2020 fue atípico debido a la pandemia ocasionada por COVID-19 que trajo como resultado la suspensión de todas las actividades presenciales en el Centro, incluyendo el área de Docencia. 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 seis reuniones extraordinarias para tomar acuerdos y resolver necesidades urgentes surgidas durante la contingencia. Entre las acciones tomadas se acordó que todos los estudiantes registraran un plan de trabajo de las actividades que llevaron a cabo durante la etapa que duró la suspensión de clases y labores presenciales, entregando un informe final con los avances y logros al concluir el período. Los informes con el visto bueno del personal a cargo de la dirección de tesis, permitieron dar seguimiento al trabajo a distancia por parte de las coordinaciones de los programas. El CGP aprobó un procedimiento específico para realizar los exámenes de grado durante los semestres 2020-I y 2020-II y se generó un anexo detallado sobre el procedimiento, el cual fue distribuido a la comunidad académica y a los estudiantes. Para superar la dificultad relacionada con los tiempos establecidos en el calendario antes del inicio de la contingencia, el Consejo aprobó modificaciones en éste para dar más tiempo a los estudiantes para preparar sus exámenes semestrales y para permitir la continuidad de los procesos. 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. Para solventar esto y en apoyo a los aspirantes extranjeros aceptados en los programas de posgrado del Centro, el CGP acordó que los estudiantes extranjeros que sean admitidos en los posgrados durante 2020 podrán diferir su ingreso del semestre 2021-I en adelante.

Con el fin de mantener la continuidad de los procesos y servicios que ofrecen las diferentes áreas de Docencia, se establecieron y difundieron a la comunidad diferentes medidas que privilegiaron el uso de medios electrónicos. Durante el año 2020 la mayoría del personal de Docencia realizó trabajo a distancia y se establecieron esquemas de trabajo por turnos para la asistencia presencial. Esta medida requirió un gran esfuerzo por parte del personal ya que se tuvieron que implementar nuevos 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.

En cuanto a las dificultades presupuestales, a partir del mes de abril se suspendió el pago de las becas asignadas a través del SAE. Lo anterior fue resultado de la reserva de recursos del capítulo 4000 por parte de la SHCP. Para resolver esta situación, la Dirección de Docencia en conjunto con la Dirección Administrativa, trabajaron en el fundamento de la solicitud para proveer a la Dirección General información con la cual se realizaron diversas

gestiones ante el CONACYT y la SHCP, las cuales resultaron favorables, restableciendo los pagos de beca durante el segundo semestre del año.

Durante el 2020, se concluyó con el procedimiento establecido por la SEP para la emisión de títulos electrónicos. Al cierre del año se han emitido 87 títulos electrónicos pendientes. En 2020 se actualizó ante la SEP el registro de la sede Cancún Q.R. para el Posgrado en Ciencias del Agua, por lo que se emitirán los títulos pendientes durante el primer trimestre de 2021. Lo anterior permitió superar el atraso en la entrega de la documentación oficial a los egresados de los programas del Centro.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

5. DESARROLLO TECNOLÓGICO Y VINCULACIÓN

Como parte del compromiso institucional de atender las demandas de los sectores social y productivo, 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 función de la Dirección de Gestión Tecnológica (DGT) es brindar un canal de comunicación entre los sectores social y productivo, y las Unidades de Investigación y Servicios de CICY encaminadas a cubrir las demandas a través de la gestión integral de proyectos tecnológicos y su transferencia para fortalecer el entorno social por medio de servicios especializados ofrecidos no sólo a nivel de la península de Yucatán, sino buscando un impacto regional.

5.1 Aspectos Relevantes

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 la evaluación de su impacto social y su potencial de desarrollo productivo, su protección mediante figuras de propiedad intelectual y la conducción del proceso de transferencia de tecnología, así como unidades especializadas que proporcionan 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 3 unidades de servicio: Laboratorio de Metrología, Organismo Verificador de Gases de Efecto Invernadero (OVGEI) y Laboratorio GeMBio; y 2 Unidades de Producción, la Biofábrica y la Unidad Productora de Semillas (UPS).

5.2 Resultados Obtenidos

5.2.1 Transferencia de Tecnología

Durante el año 2020 se complementó la entrega del paquete tecnológico para Rotoplas, con los parámetros de operación de Aquox®; con lo que se consolidó la transferencia de la tecnología Aquox® a esta empresa, recibiendo ingresos por la transferencia del hito 2, por

la cantidad de $226,450.00 + IVA, y por el contrato de licenciamiento de la tecnología (Hito 2) por la cantidad de $ 1,949,390.06 + IVA.

La OTT realizó servicios en apoyo a los proyectos con potencial innovador, entre los que se encuentran los siguientes:

- Estudio para determinar el tamaño del mercado potencial para productos de mascotas, y actualmente se está trabajando en la valuación de la tecnología para posibles interesados en la patente de "garrapaticida" como una tecnología considerada de interés.
- Se desarrolló el modelo de negocio para el Plan de Comercialización y oferta en línea para la reactivación de la venta de los productos del Jardín Botánico y Vivero del CICY, así como el costeo y la evaluación de diversas plataformas para su venta en línea.
- Se inició el plan de comercialización de semillas en el que se incluye la evaluación del tamaño del mercado potencial, análisis de los competidores, identificación de clientes potenciales, variedades disponibles de semillas y el desarrollo un dossier para la presentación y su promoción; además se realizó la comparación de las diversas plataformas para su venta en línea.
- La OTT se encarga del registro, seguimiento y apoyo para el costeo de servicios y proyectos. Durante el 2020 se registraron 11 servicios con un ingreso de $334,001.31.
- Se reactivaron las sesiones del Consejo de Administración de Economía del Conocimiento (CAEC) en el que se presentaron los planes de trabajo 2020 de las UASSP; Laboratorio de Metrología, OVGEI, Laboratorio Gembio, Biofábrica y la UPS.
- El personal de la OTT asistió a las reuniones de planeación del Ayuntamiento de Mérida y participó en la evaluación de 2 de los ejes prioritarios de las acciones del municipio siendo el eje II. futuro sustentable y el eje V. futuro innovador.
- Durante el año 2020 se llevaron a cabo 3 sesiones del comité de innovación, el cual es un órgano colegiado del CICY encargado de opinar, analizar, proponer y determinar de manera integral y cohesionada los causes de acción que, en el marco de la misión, visión y acciones sustantivas del CICY, permitan la viabilidad y consolidación de los proyectos de innovación que se pretenden poner en práctica. El personal de la OTT es encargado de organizar convocar, llevar las actas y dar seguimiento a los acuerdos que se tomen en las sesiones.
- 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.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

5.2.2 Propiedad Intelectual

La OPPI del CICY, es la oficina encargada de la gestión de los activos de propiedad intelectual como patentes, modelos de utilidad, marcas registradas entre otros, tanto al interior como al exterior al Centro, y a pesar de que las oficinas de PI alrededor del mundo cerraron actividades por la emergencia sanitaria asociada al virus COVID-19, en CICY se continuaron diversas gestiones en materia de PI.

Como se puede observar en la Figura 19, durante el año 2020, la OPPI coordinó los trabajos para obtener el registro de 8 patentes, de las cuales tres de ellas fueron en el extranjero y cinco en México, pico máximo de registro de patente en la historia de CICY. Las patentes que se concedieron en el extranjero fueron aquellas solicitadas en Colombia, Estados Unidos y Chile para la tecnología denominada "Circuito electrónico para la cosecha de energía de fuentes de ultra baja potencia" con número de solicitud CO2018005212 (A2); US2019006857 (A1) y CL2018001401 (A1) respectivamente. Las patentes concedidas en México fueron: MX 374042 B "Proceso para la fabricación de un compuesto electroconductivo con alto contenido de nanotubos de carbono con utilidad de termistor nanoestructurado"; MX 374473 B "Producción de etanol a partir del árbol del ramón (*Brosimum alicastrum*)"; MX 378990 B "Extracto crudo acuoso de *Passiflora foetida*, su método de obtención y uso como fungicida contra *Mycosphaerella fijiensis*", MX 378988 B "Factor de transcripción aislado de Carica papaya var. Maradol que confiere tolerancia al estrés abiótico en plantas y método de transformación" y MX 378989 B "Laminado sándwich posformable con núcleo de un material compuesto termoplástico reciclado y caras metálicas". Durante el año se trabajó en la resolución de requerimientos y diversas acciones para conseguir el otorgamiento de las patentes descritas, así como de otras que se espera sean otorgadas durante el 2021, tanto en México como en el extranjero.

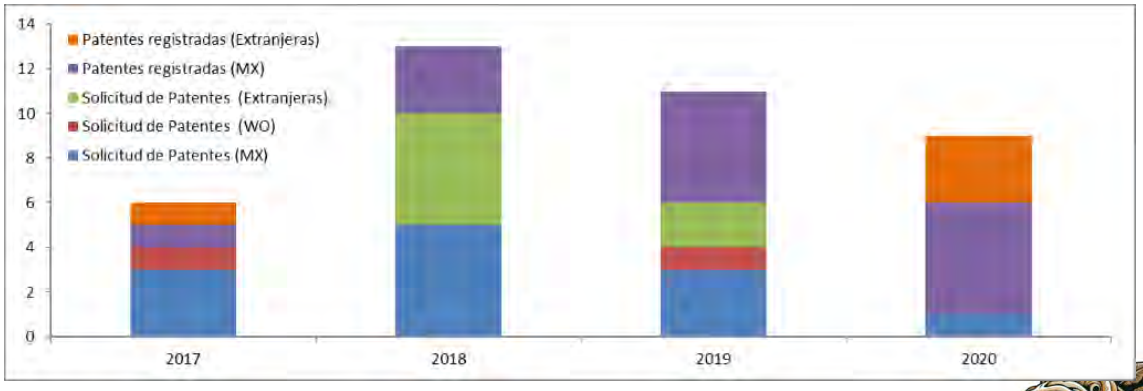


Figura 19. Evolución en la presentación y concesión de patentes (2012-2020).

El CICY también ha tenido históricamente actividad en el registro de marcas comerciales, como se muestra en la Figura 20. Para el 2020, el CICY obtuvo tres nuevos registros, dos de ellos para la marca "Pro Planta Sistemas avanzados de propagación" en las clases 44 (servicios de agricultura, horticultura y silvicultura) y 31 (semillas, plantas y flores naturales), y uno más para la marca Aventuras Zooplanktásticas en la clase 16 (Publicaciones educativas; Historietas; Revistas de historietas; Periódicos de historietas), ésta última con un potencial impacto en el ámbito de divulgación de la Ciencia, función fundamental de nuestra institución.

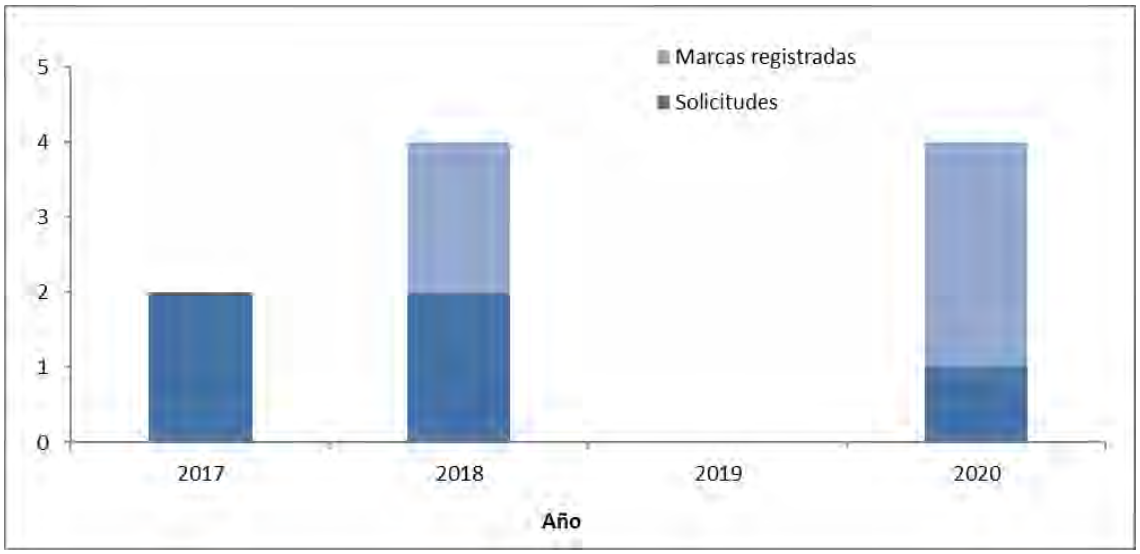


Figura 20. Evolución en la solicitud y registro de marcas del CICY (2012-2020).

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. Durante el 2020 se firmaron 33 convenios, de los cuales 29 se encuentran vigentes y 10 de ellos son contratos o convenios de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social económica o ambiental. 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.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

Tabla 10. Concentrado de Instrumentos Jurídicos suscritos en el año 2020.

	CONVENIOS DE COLABORACIÓN, COOPERACIÓN Y COORDINACIÓN ACADÉMICA, CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA			CONVENIOS DE CONFIDENCIALIDAD Y SECRECÍA			SUMA DE TODOS LOS CONVENIOS
TIPO DE CONVENIO	**PÚBLICOS**	**PRIVADOS**	**TOTAL**	**PÚBLICOS**	**PRIVADOS**	**TOTAL**	**GRAN TOTAL**
Convenios Nacionales	20	4	**24**	6	1	**7**	**31**
Convenios Internacionales	2	0	**2**	0	0	**0**	**2**

5.2.3 Unidades de Apoyo al sector Social y Productivo (UASSP)

El CICY cuenta con 5 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 apoyos y/o servicios demandados por la región, y en algunos casos se extienden a otras regiones 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.

5.2.3.1 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 11 presenta los resultados 2020 del laboratorio GeMBio:

Tabla 11. Servicios realizados por Gembio al sector social y productivo en el año 2020.

Actividad	Descripción	Monto Ingresado (MN)
Servicios	✓ Diagnóstico y detección de fitopatógenos por métodos moleculares y/o morfo-fisiológicos; ✓ Identificación molecular (a especie) de patógenos de plantas; ✓ Pruebas de efectividad biológica *in vitro* de insumos agrícolas para el control de plagas y enfermedades; Asesorías de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos comerciales.	**$ 540,327.19**
	Determinación de Huellas Genéticas como parte de dos proyectos bajo la responsabilidad de la Dra. Marynor Ortega de Tabasco: ✓ Huella genética de clonas de Eucalipto ✓ Huella genética de la especie forestal Gmelina.	**$ 550,000.00**
	Internos, a distintas áreas de CICY, de manera específica a la Casa del Desierto y la casa Tropical.	**N.A**
Total	**Ingresos Propios**	**$ 1,090,327.19**

En total se atendieron 20 clientes diferentes, la mayoría de los cuales son recurrentes y algunos de ellos son empresas muy grandes con presencia en varios estados.

Se hicieron 109 pruebas y nuestros servicios impactaron a un aproximado de 25,320 usuarios.

Adicionalmente, se prestaron servicios internos que, si bien no son pagados al laboratorio GeMBio, ya que no se han definido las políticas internas para cubrir estos pagos, representan una importante contribución de GeMBio al desarrollo científico y tecnológico de la institución.

Se continuó con el desarrollo del proyecto del fondo sectorial CONACYT-CONAFOR (sobre patógenos de Teca), el cual tuvo un ingreso de $ 663,944.00 MN y se concluyó la ejecución del proyecto FOMIX Tabasco que tenía GeMBio con la empresa FEMEXPALMA, haciendo la caracterización molecular de la palma de aceite, por medio de huellas genéticas.

5.2.3.2 Laboratorio de Metrología

Los planes de trabajo del Laboratorio de Metrología se vieron afectados durante el primer semestre de 2020 por la contingencia sanitaria por COVID-19. A principios de 2020 se habían

planteado metas para los objetivos rectores, pero debido a las restricciones de movilidad en el interior de estado, y con los estados vecinos, los servicios tuvieron que ser detenidos por aproximadamente 2 meses, esto afectó los ingresos esperados por la realización de diferentes servicios programados a principios del año. De acuerdo con los objetivos planteados en el plan de trabajo 2020, los avances en el cumplimiento de metas al segundo semestre de 2020 quedaron de la siguiente manera:

Objetivo	Cumplimento de Metas
1. Mantener la acreditación de los servicios de calibración	Se renovaron las 6 magnitudes acreditadas. Está pendiente cerrar una No Conformidad de flujo por daños a un equipo patrón.
2. Mantener constante el ingreso por recursos propios	Debido a la contingencia por COVID-19, los ingresos redujeron en un 48 % en comparación con 2019.
3. Aumentar la satisfacción de nuestros clientes.	La disposición en cuanto a reducción de la asistencia laboral ha extendido el calendario de servicios, se logró atender a la mayoría de los clientes que hicieron sus pagos, pero no se han podido aplicar encuestas.

A pesar de la contingencia los ingresos obtenidos por el laboratorio de metrología durante 2020 en todas las magnitudes acreditadas fueron de $ 1,965,359.82. Se atendieron 106 clientes y se realizó servicio a 823 instrumentos. Además, se lograron otros avances como son:

- Renovación de la acreditación de 4 magnitudes.
- Migración de procedimientos del sistema de gestión de calidad con enfoque a procesos, coordinado a distancia.
- Implementación del manejo de procedimientos y certificados en formato digital para reducir el uso de papel.
- Proporcionar servicios de calibración bajo las medidas de higiene y salud requeridas para la prevención de contagios por COVID-19.

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

Durante el 2020 el OVGEI se enfocó en la preparación de la recepción de la auditoria de reevaluación ante la EMA con el fin de mantener la acreditación como “Organismo de Certificación para Verificar Emisiones de Gases de Efecto Invernadero”; así también se logró la cobranza de los servicios pendientes 2019 por un monto de $117,000.00 y se realizaron las actividades del sistema de gestión necesarias para mantener la acreditación

Por otro lado, se atendieron a clientes que solicitaron informes sobre el servicio de verificación, sin embargo, debido a la emergencia sanitaria por el COVID-19, se recibieron menos solicitudes de cotización, en comparación con años anteriores.

5.2.3.4 Biofábrica

Durante el año 2020, se continuó la micropropagación de los cultivos de interés comercial como Henequén, Mezcal, Banano y Cocotero. Se tuvieron varios retos que enfrentar, de manera muy especial debido a la pandemia del COVID-19 y a la llegada de la tormenta Tropical Cristóbal y el Huracán Delta. Caso contrario con el Henequén que recientemente se firmó un contrato de una gran dimensión con la empresa SISAL FLOORINGS YUCANTAN S.A. DE C.V. que beneficiará a productores locales y reforzando la cadena productiva del Henequén, el ingreso de este proyecto será por un valor total de $2,240,000.00 por la venta de éstas vitroplantas. Dicho proyecto es multianual con objetivos y metas establecidas, con la probabilidad de extenderse a 5 años. Para satisfacer las metas y objetivos planteados en este proyecto, se tuvo que concentrar el personal humano en dichas actividades. Durante el segundo semestre se entregaron 60,000 vitroplantas comprometidas en dicho proyecto.

El inventario de las plantas existentes tanto en el área de fotoperiodo, como de aclimatación se reporta en la Tabla 12.

Tabla 12. Inventario de plantas en producción

Especie	Estadio	Número de unidades
Cocotero	Y3	700 plántulas
Henequén	Multiplicación	30,000 brotes
	Crecimiento	50,000 plántulas
Banano	Multiplicación	300 brotes
	Crecimiento	0 plántulas
Mezcal	Multiplicación	25,000 brotes
	Crecimiento	20,000 plántulas

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx



Figura 21. Diferentes cultivos propagados

En aclimatación

Especie	Número de Plantas
Henequén	120,000
Cocotero	1,330
Banano	2,500
Mezcal	90,000

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx



Figura 22. Vitroplantas de banano aclimatadas y plántulas de Henequén aclimatadas

Se realizó y finalizó la transferencia tecnológica del protocolo de micropropagación de Mezcal, y ya se encuentra en la fase de producción y escalamiento en la Biofábrica.



Figura 23. Producción piloto de cultivo de mezcal.

Se continuó con el desarrollo de la embriogénesis somática de café y se probó su comportamiento y desarrollo en los biorreactores.

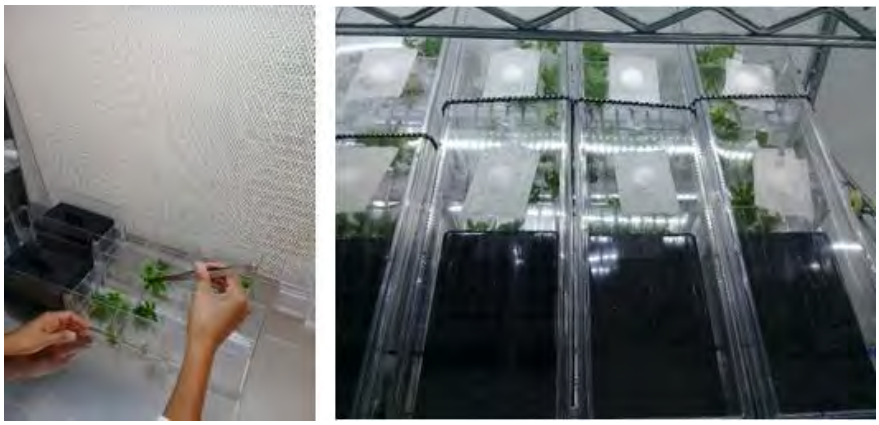


Figura 24. Café en sistemas de inmersión temporal.

También se continuó y finalizó la puesta en funcionamiento de los sistemas de biorreactores de inmersión temporal en la fase de crecimiento de Henequén. Se obtienen resultados muy alentadores en estos sistemas y ya se están usando en modo piloto en dicho cultivo.



Figura 25. Uso continuo de biorreactores de inmersión temporal en henequén

Se finalizó la optimización del Protocolo de micropropagación de Banano y se realizó la implantación de 100 cormos colectados de las plantas del invernadero de la Biofábrica.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx



Figura 26. implantación de banano y obtención de plántulas.

Con respecto a los sistemas de inmersión temporal SETIS se finalizaron las pruebas y la optimización de los 32 sistemas adquiridos en el primer semestre del año y se adquirieron 96 SETIS en el segundo semestre, haciendo un total de 132 sistemas adquiridos hasta el momento. Estos sistemas se están empleando únicamente en el cultivo de Henequén.



Figura 27. Multiplicación de henequén y crecimiento de estructuras en SETIS

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx



Figura 28. Comportamiento de Banano en SETIS.

La Biofábrica participó fuertemente en 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". Se entregaron 206,100 plantas de henequén, de las cuales 158,100 fueron vitroplantas aclimatadas y 48,000 vástagos; con respecto a las plantas de Achiote, se sembraron 170,000 plantas comprometidas para entrega a partir de abril del 2021.

5.2.3.5 UNIDAD PRODUCTORA DE SEMILLAS (UPS)

Se continuó con la promoción y difusión de las semillas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), que comercializa el CICY, con el propósito de incrementar las ventas de las semillas disponibles, se brindó información a productores de diversos estados del país en los que se cultiva el chile habanero para darles a conocer las características y ventajas de las variedades criollas de chile habanero que el CICY ha rescatado, caracterizado, seleccionado y registrado en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). La atención a clientes se ha realizado principalmente por medios electrónicos: telefonía e internet.

La venta de semillas fue de 1.73 kg de la variedad Mayan Ba'alche y 2.50 kg de Mayan Kisin, equivalente a $50,822.40 pesos. Es pertinente señalar que las ventas fueron afectadas por la contingencia sanitaria, la Tormenta Tropical Cristóbal y el Huracán Delta, ya que los principales Estados de la Península de Yucatán, en donde se cultiva el 40% de la superficie nacional de chile habanero fueron impactados por estos fenómenos meteorológicos que

ocasionaron daños severos a los productores de dicha 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.

Variedad	Inicial	Vendido	Disponible para venta
Mayan Ba'alche	45.9 kg	2.50 kg	59.36833 kg
Mayan Kisin	61.1 kg	1.73 kg	43.395 kg



Figura 29. Colección de semillas seleccionadas para comercialización y conservadas en un cuarto frío.

Para garantizar la calidad de las semillas disponibles para venta, en el mes de junio se realizó un ensayo de germinación de las mismas, los resultados fueron satisfactorios para cada una de las variedades que se comercializan con porcentajes de germinación del 94% para la variedad Kisin y 90% para la variedad Mayan Ba'alche, este estudio debe de realizarse de forma rutinaria como una buena práctica que asegure la calidad de la conservación de la semilla.

Se continuó gestionando el financiamiento para la producción de semillas de híbridos de chile habanero ante la Secretaría de Investigación e Innovación del Gobierno del Estado de Yucatán (SIIES), pero los problemas económicos ocasionados por la contingencia sanitaria y las tormentas tropicales, dicho financiamiento se ha retrasado.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

5.2.4 Vinculación

Durante el año 2020, se pudieron concretar diversas acciones de vinculación en las Áreas y Unidades del Centro aún dentro de la contingencia sanitaria por el coronavirus. A continuación, se resumen las vinculaciones logradas.

En Febrero del 2020 se celebró la firma del convenio general entre el CICY y el Instituto Yucateco de Emprendedores (IYEM) con el objetivo de crear un marco de colaboración académica, científica y tecnológica, y realizar conjuntamente actividades que permitan conseguir el máximo desarrollo en la formación y especialización de recursos humanos e investigaciones conjuntas; desarrollo tecnológico y académico; intercambio de información; así como asesoría técnica o académica y publicaciones en los campos afines de interés.

Como parte de la vinculación del Centro y en colaboración con la Unidad de Ciencias del Agua, se concretó la renovación y firma del convenio general de colaboración académica, científica y tecnológica con la empresa AMIGOS DE SIAN KA'AN, A.C. con el objeto de unir esfuerzos para organizar y desarrollar actividades tendientes a la protección y conservación del agua y de los ecosistemas en el estado de Quintana Roo, en este marco, la Unidad de Ciencias del Agua fue sede y colaboró en la organización con Amigos de Sian Ka´an, A.C., en la primera sesión del Diplomado "Manejo adecuado de las plantas de tratamiento de aguas residuales como herramientas para mejorar la salud del Sistema Arrecifal Mesoamericano", en el que participó el personal de investigación y técnico impartiendo cursos y talleres.

El personal de la UCIA participó en eventos de educación y difusión de temas ambientales a nivel regional, en coordinación con diferentes instituciones locales y regionales de los Estados de la Península de Yucatán. Por citar un ejemplo, el taller "Métodos de muestreo de vertebrados acuáticos: Ictiofauna e identificación de especies mediante software en línea" en la Estación del Carmen, ICML, UNAM, Ciudad del Carmen, Campeche.

Por su parte, el grupo de cocotero de la Unidad de Biotecnología, bajo la organización de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo AMEXCID, Dirección General del Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica y la Secretaría de Relaciones Exteriores, llevó a cabo el Segundo Taller de Trabajo México-CARICOM Estrategia Integral para el Fortalecimiento de la Industria del Coco en el Caribe "Mitigación de enfermedades y Propagación in Vitro de Cocotero". Adicional, este grupo, en el marco del proyecto "TROPICSAFE - Insect Borne Procariote Associated Diseases in Tropical and Subtropical Perennial Crops (Unión Europea)", se impartió un curso de capacitación al

personal del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical en la Habana Cuba (IIFT), sobre “Aclimatación de Plantas In Vitro de Cocotero”.

El personal de la OTT participó como coordinador de las reuniones del “Grupo de vinculación, gestión tecnológica e impulso a la innovación” integrado por 9 Centros Públicos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación en las áreas de energía, medio ambiente, salud, alimentación y materiales y cuyo objetivo es unificar esfuerzos, recursos, infraestructura y colaborar de manera estratégica para ejecutar de forma coordinada las tareas de investigación relacionados con las áreas de interés. Durante este año se llevaron a cabo 6 reuniones, en una de cuales se concretó la participación del grupo y del personal de la OTT del CICY en el desarrollo del proyecto: “1er Coloquio nacional sobre innovación y apropiación social de las tecnologías en México” dentro de la Convocatoria para Talleres y reuniones del CONACYT, el cuál fue aprobado, para que se lleve a cabo en mayo del 2021. Se concretó la firma del convenio de colaboración firmado por las 9 instituciones que conforman el grupo. Adicionalmente, en el trabajo de Planeación Estratégica del Grupo, el CICY funge como responsable del “Programa de formación básica en temas de vinculación, transferencia de tecnología e innovación” se está trabajando en el Monitoreo de la oferta de cursos a nivel nacional (o internacional) en temas de vinculación, TT e innovación para la selección y participación de todo el grupo de Vinculación en el curso en línea durante el mes de abril del 2021.

Como parte muy importante de la vinculación se tuvo la visita de la Empresa MILPA MAYA, con la cual está en proceso de firmarse el Contrato con el objetivo de explotar el uso de los invernaderos ubicados en estas instalaciones y además establecer un invernadero CUÁNTICO TRADE+C vinculando con la parte académica del CICY para el desarrollo de nuevas tecnologías o patentes. De igual manera se ha formado un grupo negociador para analizar y dar mayor beneficio para dicho contrato.



Figura 30. Visita de la empresa MILPA MAYA

Adicionalmente, como iniciativa para contrarrestar el impacto de la tormenta Cristóbal en el campo yucateco, el CICY ofreció al gobierno del estado de Yucatán, 20 kg de semilla de chile habanero para entregar a los pequeños productores afectados.

La Biofábrica continuó con una fuerte vinculación en el Proyecto con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), que entró al 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". Se entregaron vitroplantas de henequén y se capacitaron en su manejo a 114 pequeños productores. Así mismo, a partir de abril de 2021 se entregarán plantas de achiote.

Se firmó un contrato de una gran dimensión con la empresa SISAL FLOORINGS YUCATAN S.A. DE C.V. que beneficiará a productores locales y reforzando la cadena productiva del Henequén, el ingreso de este proyecto será por un valor total de $2,240,000.00 por la venta de 500,000 vitroplantas. Dicho proyecto es multianual con objetivos y metas establecidas, con la probabilidad de extenderse a 5 años.

Adicional, se continuó la vinculación para consolidar la producción de plantas de mezcal comprometidas en el Proyecto FORDECYT respectivo. Ya se han entregado las primeras vitroplantas comprometidas en dicho proyecto.



Figura 31. Entrega de 60,000 vitroplantas aclimatadas a la empresa SISAL FLOORINGS

5.3 Logros Obtenidos

A pesar de la contingencia causada por la pandemia de la COVID-19, que representó grandes retos institucionales, el trabajo de la DGT no se detuvo. El personal pudo acceder a capacitación por instituciones y organismos de alcance nacional e internacional en temas de Propiedad Intelectual, Innovación y Gestión de Proyectos tecnológicos. Además de participar en diversas actividades de promoción de la cultura de la innovación, en colaboración con aliados del ecosistema a nivel regional y nacional.

Durante el año 2020 el CICY logró la concesión del mayor número de patentes en un mismo año. En particular para el sistema Aquox® se logró una concesión de la patente en México y en tres países más: Colombia, Estados Unidos y Chile; fortaleciendo con ello el portafolio de PI para esta tecnología que presenta un gran potencial de explotación comercial. De igual manera se logró la concesión de cinco patentes más en México y el ingreso de una nueva solicitud de patente nacional. Además, por el distanciamiento social ocasionado por la pandemia del SARS-Cov-2, el sistema institucional de gestión de la propiedad intelectual se adaptó a las herramientas tecnológicas, enfocándose en desarrollar aquellas habilidades para la nueva gestión electrónica del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

Adicionalmente, se continuó con las actividades de promoción de la cultura de la Propiedad Intelectual para proporcionar pláticas, ponencias y asesorías por medio virtual al personal académico del CICY y la sociedad general.

Para el caso de los servicios de calibración se consiguió, a pesar de las restricciones impuestas por la contingencia de COVID 19:

- Establecimiento del protocolo interno para manejo de equipos bajo contingencia sanitaria, servicio de atención a clientes vía remora para la cotización y emisión de órdenes de servicio, así como el establecimiento de acciones para recepción y entrega de equipos durante 2020 bajo citas programadas, quedando como mejoras para el sistema de gestión de calidad.
- Dentro de los planes de trabajo para 2020 se había contemplado la disminución del uso de papel, por lo que a finales de 2019 se inició con la entrega de Certificados digitales usando el sistema SARIP para la firma electrónica, sin embargo el trabajo a distancia fue un factor determinante para implementar la emisión de los manuales y procedimientos del sistema de gestión de la calidad en formato digital, de tal forma que se disminuyó el uso de papel para la emisión de las copias controladas, creando la logística para elaboración, revisión y consulta de los documentos electrónicos.

- Migración del 85% de los procedimientos del sistema de gestión de calidad con enfoque a procesos y formato digital, coordinado a distancia.
- Para el proceso de revisión y firma de certificados de calibración que se habían estado manejando todo en papel, se disminuyó el expediente, generando la posibilidad de hacer la revisión en formato digital y evitar el intercambio de documentos, disminuyendo el tiempo para entrega de documentos al cliente.
- Las áreas técnicas pudieron cumplir con los servicios comprometidos y se coordinaron para atender a los clientes vía remota y programar las visitas en sitio respetando los lineamientos de aislamiento.
- Se atendió la auditoria de la entidad mexicana de acreditación, a la fecha todas las acreditaciones se encuentran vigentes.

Asimismo, se entregaron en tiempo y forma los siguientes informes técnicos y de proyectos, a pesar de las restricciones debidas a la pandemia:

El segundo informe técnico 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" clave 2017-3-292434. (febrero, 2020).

Informe final del proyecto con Femexpalma "Caracterización Molecular y Determinación de la Variabilidad Genética de Palma de Aceite en México mediante el uso de Microsatélites" clave 7019200001 (diciembre 2020).

Durante este periodo se publicó un capítulo de libro: Martín-Mex, R., Nexticapan-Garcéz, A. y Ruiz-Sánchez, E. 2020. Biología y manejo de plagas del cultivo de chile habanero. En: Metabolómica y cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) de la Península de Yucatán. Rodríguez Buenfil, I. M. y Ramírez Sucre M. O. (eds.). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. CIATEJ. pp. 42-24.

La institución tuvo además presencia en los siguientes foros: Foro virtual Bosques del futuro; "Una ventana virtual al sector forestal" organizado por la Unidad de Educación y Desarrollo Tecnológico CONAFOR. 16 y 17 de junio 2020; y el II Congreso Palmero Mexicano y la VIII conferencia latinoamericana RSPO, que se llevó a cabo en el estado de Campeche, del 3 al 5 de marzo de 2020, con la presentación de un stand de CICY.

5.4 Impactos Generados

Durante el año 2020 se complementó la entrega del paquete tecnológico con los parámetros de operación de Aquox® al licenciatario, la empresa Rotoplas, con los que se avanzó en el proceso de transferencia de la tecnología Aquox®, recibiendo ingresos por más de 2 millones de pesos. Este proyecto contribuye en forma muy importante al tratamiento

de las aguas residuales en el estado de Yucatán, eliminado la polución al manto freático debida a las descargas de agua negras de las viviendas. Esto apoya a los objetivos hidrológicos y al cuidado del medio ambiente y en particular de las reservas de agua para consumo humano en la Península de Yucatán.

Nuestros servicios en Gembio impactaron a 25,320 usuarios del sector agrícola de la Península de Yucatán y de Tabasco. Los servicios de Metrología impactaron en 106 clientes a pesar de que estuvieron sin posibilidades de visitas o recibir equipos en el laboratorio del Centro por más de dos meses desde marzo hasta principios de junio de 2020.

La Biofábrica del CICY entregó a productores, como estaba estipulado en el acuerdo con SADER y SEDER, 119,100 plántulas de henequén. Dentro de la misma entrega se realizó un programa para la capacitación de pequeños productores de henequén a los que se les hizo la entrega de vitroplantas, se les capacitó sobre las mejores prácticas y el manejo de bagazales de henequén de las vitroplantas en el vivero, para lograr que el mayor porcentaje de ellas lleguen a la plantación en condiciones óptimas. Los resultados han sido hasta la fecha muy satisfactorios tal como lo han expresado los mismos productores.

5.5 Dificultades superadas

Durante el año 2020 los apoyos y servicios que brinda la DGT se vieron fuertemente afectados por la contingencia sanitaría debida a la pandemia de la COVID-19, que mantuvo el Centro laborando a un mínimo, y, en consecuencia, la mayor parte de los procesos que se brinda a los actores de los sectores social y productivo no fue posible llevarlos a cabo. Aun bajo estas circunstancias y restricciones fue posible avanzar en varios aspectos como ya se detalló.

En este período, debido a la pandemia de la COVID-19, y a las medidas que se tomaron en el CICY para su control, se limitó el acceso al personal del laboratorio GeMBio del 30 de marzo al 29 de junio del 2020. A pesar de ello, se continuó de manera remota en la atención a clientes, y con permisos especiales, fue posible concluir en el laboratorio los servicios comprometidos, además de continuar con las tareas programadas en el proyecto FOMIX con la empresa Femexpalma.

La Biofábrica logró superar diversos daños generados por el impacto meteorológico del Huracán Delta, y las dificultades de perdida de plántulas derivado de los largos periodos de restricción al trabajo por la continencia de COVID 19.

- Se aclimataron 120,000 vitroplantas de henequén.

- Se aclimataron 60,000 vitroplantas de mezcal.
- Se continuó con el desarrollo de los protocolos para la siembra de achiote.
- Se cumplió con los compromisos de entrega de plantas.
- Se adquirieron y pusieron a punto 96 nuevos sistemas de propagación SETIS.
- Se comercializaron en total 340 plántulas de coco, favoreciendo a 4 productores de diferentes estados de la República.

En la UPS se lograron resolver varios problemas correspondientes a desperfectos en los edificios y daños en su infraestructura.

- Poner en funcionamiento el sistema de ósmosis.
- Restaurar el Sistema eléctrico.
- Abastecer de agua todo el edifico y los invernaderos.
- Ensayo de germinación de semillas para garantizar la calidad en la comercialización.
- Realizar mantenimiento preventivo de los equipos holandeses empleados para la obtención de semilla.

En el área de servicio de Metrología, se pudo reactivar la oferta de algunos servicios anteriormente suspendidos. Esto fue posible gracias a las acciones de planeación y mantenimiento, que permitieron superar los inconvenientes ocasionados por las condiciones de los equipos patrón y los vehículos con que cuenta el laboratorio.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

6. DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

La Divulgación de la Ciencia es uno de los objetivos estratégicos del Centro, además de ser una importante herramienta para la promoción de nuestros resultados de investigación, es una oportunidad de acercamiento con el público en general para propiciar la utilización del conocimiento y contribuir al bienestar social como, por ejemplo, despertando el interés por la ciencia y la tecnología en las nuevas generaciones.

6.1 Aspectos Relevantes

Durante el 2020 la Divulgación Científica en el mundo se ha volcado en un tema común, la COVID-19, enfermedad ocasionada por el virus SARS-CoV-2; el CICY no fue ajeno a ello y participó activamente dando a conocer sus aportaciones a la sociedad en este tema, sin dejar de lado lo generado en sus líneas de investigación. Además, aprovechó el potencial de sus canales de comunicación interna para favorecer una comunicación asertiva entre la comunidad. El resumen de actividades realizadas se puede observar en la Tabla 13.

Tabla 13. Actividades de divulgación científica sobre COVID-19 y su impacto

CONTRIBUCIÓN	ACADÉMICO	IMPACTO
Colaboración interinstitucional permitirá crear dispositivo para detección de COVID-19	Dr. Luis David Patiño López / Unidad de Energía Renovable	• 3815 personas alcanzadas • 928 impresiones
Respondiendo dudas sobre el Coronavirus. Seis videos para redes sociales: Desmintiendo mitos, Virus, transmisión y contagio (2), Diagnóstico, enfermedad y tratamiento (2), Vacunas e inmunidad	Dra. Elsa Góngora Castillo / Unidad de Biotecnología	• 2,911 personas alcanzadas • 127 impresiones
Presentan proyecto sobre Gobernanza y Acción Social ante el COVID-19	Dr. Pedro Iván González Chi y la Mtra. María Antonieta Saldivar Chávez	• 6,384 personas alcanzadas • 2,604 impresiones
Desarrolla CICY respirador simplificado	Dr. Gonzalo Carrillo Baeza / Unidad de Materiales	• 1,353 personas alcanzadas • 350 impresiones

Por su parte, en seguimiento a las estrategias generales para fortalecer esta función sustantiva, se avanzó en la ejecución del plan de formación de divulgadores, mediante el cual se llevaron a cabo talleres de capacitación para el personal académico, con la finalidad de ofrecer técnicas que permitan desarrollarse de una manera natural y lograr una comunicación efectiva con la sociedad.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx



Figura 32. Bases para la Divulgación escrita de la Ciencia

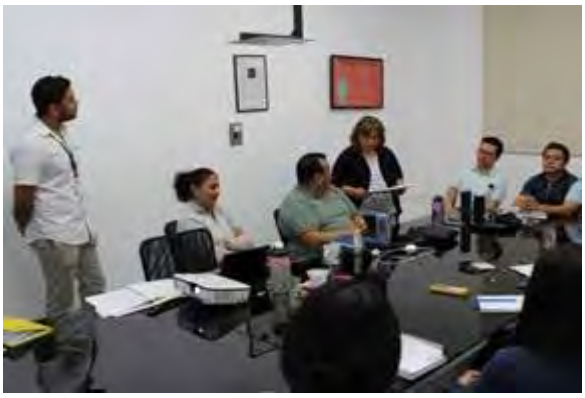


Figura 33. Taller: "Vence tu miedo al medio".

Adicionalmente, se contribuyó a la formalización del proceso de Divulgación, atendiendo un conjunto de acciones que fortalecerán el control interno como, por ejemplo, el establecimiento de las directrices que permitan a la comunidad del Centro realizar eficientemente actividades de comunicación de sus resultados de investigación y desarrollo.

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 Botanico Regional Orellana", mediante el cual se potencializará 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 año 2020 la presencia en medios hacia el exterior se vio

reflejada en 332 notas, 29 veces en televisión (TV azteca, Televisa, Teletrece, SIPSE, Ingenio Viral, entre otros), 28 veces en radio (Radio Fórmula, Radio UADY, Cadena Raza y Radio Yucatán), 16 veces en boletines de prensa, 191 en las redes sociales y 11 veces en espacios de colaboración (

Tabla 14).

Tabla 14. Presencia en medios.

Presencia en medios	**No.**
Notas	332
Radio	28
Televisión	29
Boletines de prensa emitidos por el CICY	16
Redes sociales	191
Colaboraciones y espacios del CICY	11

En lo que respecta a redes sociales, durante 2020 se incrementó el número de seguidores de acuerdo a lo referente en la Figura 34.



Figura 34. Comparativo 2019-2020 del Incremento en seguidores en redes sociales

En 2020 se consiguieron los permisos de publicación completa de los documentales "*Los mezcales del occidente de México y la destilación prehispánica*" y *"La dieta mesoamericana: orígenes*", así también se publicaron en el canal oficial del CICY en YouTube, en sus versiones en español e inglés, donde alcanzaron más de tres mil vistas. Cabe señalar que los autores de dichos documentales, son el Dr. Daniel Zizumbo y Dra. Patricia Colunga, quienes son investigadores jubilados del CICY y que produjeron dicho material encontrándose activos.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx



Figura 35. Documentales publicados en YouTube.

Debido a la nueva normalidad que se vive en el mundo, en 2020 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 divulgar conocimiento, se realizaron 24 transmisiones en vivo de diversos eventos, pláticas, conferencias, seminarios, etc., a través de Facebook live, consiguiendo conectar a la comunidad CICY en los eventos institucionales, incluso se consiguió llegar a nuevos públicos y a tener asistencia récord en conferencias y eventos académicos.

Durante 2020 se lanzó en las redes sociales institucionales, la **campaña *Vistazo de Ciencia***, la cual consta de tres rubros a comunicar: instrumental, equipo y términos de la ciencia que utilizamos en el CICY para realizar las investigaciones, dicha campaña aporta contenido útil que fomenta el establecimiento de un vínculo con la sociedad (Figura 36).



Figura 36. Materiales de la campaña Vistazo de Ciencia.

6.2.2 Actividades de Divulgación

En cuanto a las actividades de divulgación, al término del año se cuenta con 74 artículos, de los cuales 47 son arbitrados. Cabe destacar que el Centro cuenta con una publicación semanal de divulgación, editada por el Herbario CICY: "Desde el Herbario CICY" ISSN 2395-8790, misma que el 24 de septiembre del 2020 publicó su edición número 50.



Figura 37. Publicaciones de Divulgación.

Durante 2020, se llevaron a cabo 10 conferencias de divulgación, las cuales contribuyen en gran medida a transmitir el conocimiento científico a la sociedad.



Dr. Eduardo Cejudo Espinosa. UCIA.
Conferencia impartida en el Planetario de Cozumel Cha'an ka'an, en el marco del día Mundial de los Humedales: "Pantanos, Rehoyadas y Aguadas ¿lo mismo, pero diferente?"



Dra. Teresa Hernández Sotomayor. UBBMP
Plática: "Papel de la Mujer en las Ciencias naturales: Una visión personal Contaminación por aluminio", impartida en la preparatoria Víctor Cervera Pacheco, como parte del programa "Inspira más".





Figura 38. Conferencias de Divulgación 2020

Durante el 2020, se realizaron diversas actividades de apropiación social del conocimiento entre las cuales destacan:

- **Pasaporte al Camino del Conocimiento Científico en la UCIA: "Niñas y Niños ante la emergencia global".**
  Nuestra Unidad de Ciencias del Agua, en Cancún, participó como satélite del Pasaporte al Camino del Conocimiento Científico (Figura 39), con la atención de los menores y sus padres que acudieron al Planetario Ka'Yok' en busca del conocimiento y la diversión de saber. Las conferencias fueron presentadas por académicos, por videoconferencia y de manera simultánea, en diferentes sedes en todo el país.



Figura 39. Participación de la UCIA en el Pasaporte al Camino del Conocimiento Científico.

- **Mesa panel: "11-11-11: Mujeres por la conservación del planeta",** en el marco del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia.
  El evento estuvo organizado por la Academia Mexicana de Ciencias Sección Sureste, el CINVESTAV Unidad Mérida y el CICY, quienes invitaron a once mujeres para platicar sobre el trabajo que han realizado a lo largo de su trayectoria profesional y que ha estado relacionado con la conservación del planeta (Figura 40). Este evento se sumó a la conmemoración del movimiento Internacional #11F, que tiene como finalidad promover la participación de las niñas y las mujeres en la ciencia.



Figura 40. Mesa panel "11-11-11: Mujeres por la conservación del planeta"

- **Actividades del Jardín Botánico Regional "Roger Orellana"**
  Exposición temporal "Las plantas del amor", de la artista Claudia Chávez (Agnelly), con el fin de divulgar la ciencia y conjuntar la expresión artística, la antropología, la cultura y los recursos vegetales (Figura 41).



Figura 41. Exposición temporal "Las plantas del amor".

Venta de plantas. Actividad que se lleva a cabo con la intención de concientizar a la sociedad meridana acerca de la importancia del arbolado urbano y de que éste se realice con plantas nativas (Figura 42).



Figura 42. Divulgación de conocimiento en venta de plantas.

.

- **Proyecto Fomento a las vocaciones científicas Talento CICY 2020**
  Este proyecto tuvo como objetivo brindar a niños, adolescentes y jóvenes la experiencia de acercarse a la ciencia y la tecnología de manera vivencial, lúdica y divertida, para que descubran sus vocaciones científicas y tecnológicas desde etapas tempranas de su desarrollo, a fin de que los participantes comprendan cómo la ciencia y la tecnología pueden contribuir a la solución de problemas específicos dentro de la comunidad donde habitan.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx



Figura 43. Participantes del Proyecto Talento CICY 2020.

En su edición 2020, el proyecto fue financiado a través de Convocatoria del CONACYT, 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 participan investigadores (miembros del Sistema Nacional de Investigadores), personal técnico, catedráticos CONACYT y estudiantes (becarios CONACYT) de nuestros posgrados, oportunidad que se aprovechó para que éstos últimos participaran en el fomento de las vocaciones científicas.

Este proyecto fue dividido en cinco modalidades:

- ***Estancia de Otoño en Cancún***

En la Estancia de Otoño en Cancún, participaron 15 jóvenes de secundaria y preparatoria, y se realizaron cuatro proyectos y tres talleres, y participaron nueve académicos de la Unidad de Ciencias del Agua y la colaboración de seis instituciones aliadas.

- ***Semana de Ciencia para Jóvenes***

En la Semana de Ciencia para Jóvenes, se atendieron a 27 estudiantes de preparatoria, y se realizaron seis proyectos y cuatro talleres. Participaron 21 académicos de la sede Mérida y también se contó con la participación de dos instituciones aliadas.

- ***Estancia de Otoño en Mérida***

En la Estancia de Otoño en Mérida se atendieron a 30 estudiantes secundaria, se realizaron nueve proyectos y cuatro talleres, se contó la participación de 38 académicos y una institución aliada.

- ***Estancia de Otoño en el Parque Científico***

Esta estancia se realizó por primera vez con el objetivo de acercar la ciencia a las comunidades del interior del estado y hacer accesible el conocimiento científico, tecnológico y humanístico en comunidades consideradas subrepresentadas. Como resultado de esta actividad, pese a las afectaciones por la pandemia y restricciones tecnológicas de las comunidades objetivo, se tuvieron 9 participantes.

- ***Ciencia en el Aula***

Mediante la actividad "Ciencia en el Aula" se inició la formación de una red de promotores de acceso universal al conocimiento y sus beneficios, con el apoyo de profesores de la región de nivel secundaria del interior de estado o zonas marginadas.

6.3 Logros Obtenidos

Durante 2020 los logros obtenidos en la divulgación del Centro son los siguientes:

- **Ejecución del proyecto de Fomento a las vocaciones científicas Talento CICY**
  De este proyecto se enumeran tres principales logros este año:
  a. Ejecución y ajuste de las actividades contempladas en el programa Talento CICY para realizarlas a la distancia, acorde a las disposiciones sanitarias, a fin de evitar la propagación del coronavirus.
  b. A la par del desarrollo de Talento CICY 2020, los equipos que participaron en el proyecto en 2019 obtuvieron las siguientes distinciones:
     i. Tres premios de primer lugar en Expociencias Yucatán 2020 en las "Categoría Pandilla Científica Juvenil" (2) y "Categoría Pandilla Kids" (1).
     ii. Dos acreditaciones para representar a México en el *International Festival of Engineering, Sciencies and Technology 2021* en Túnez y en el *International Science Project Olympiad 2021* en Turquía.
  c. El impacto obtenido mediante la actividad "Ciencia en el Aula" fue de aproximadamente 343 adolescentes de secundaria y preparatoria.

- **Publicación en medios internacionales**

  Se obtuvo presencia internacional mediante la publicación de un artículo en la revista internacional de divulgación científica NewScientist (Figura 44), sobre los resultados de la investigación del uso de las células de medusa en la ingeniería de tejidos de piel humana, trabajo a cargo de la Dra. Nayeli Rodríguez Fuentes, Investigadora de Cátedras CONACYT adscrita a la Unidad de Materiales del Centro.

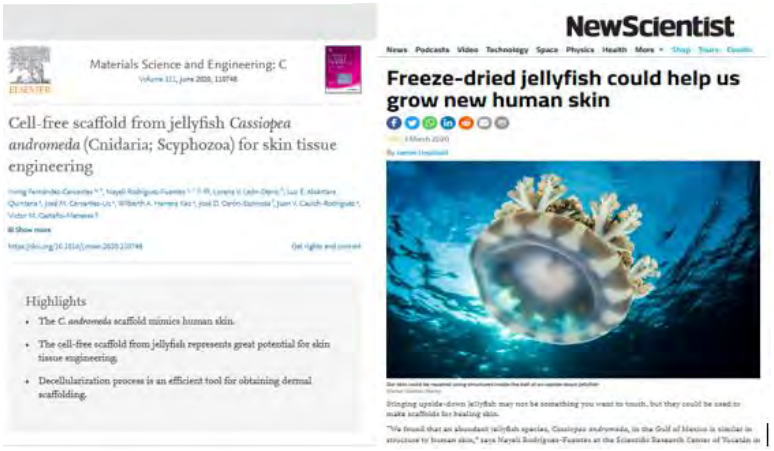


Figura 44. Publicación en revista de divulgación internacional.

- **Redes sociales**

  Durante el 2020, considerando los compromisos establecidos en materia de divulgación, y debido a la emergencia sanitaria que aqueja al mundo, 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 mayo alcance en la sociedad.

6.4 Impactos Generados

Teniendo como principal aliado el uso de los medios electrónicos, así como los medios masivos de comunicación, la Divulgación ofertada en el tema de la COVID-19, obtuvo un importante alcance en el número de personas, mismo que se espera incida como agente de cambio en éstas, ascendiendo a 14,463 personas, en las que 4,009 manifestaron algún tipo de impresión. 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 durante el 2020 con la declaración de la emergencia sanitaria a nivel mundial, 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 priorizando el uso de herramientas tecnológicas para llevar a cabo reuniones, videoconferencias, entrevistas, seminarios y videos informativos.

A partir del segundo semestre del año se realizaron eventos a distancia entre los cuales destacan 24 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.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx

7. SOPORTE A LA GESTIÓN

7.1 Administración

- Auditorias

Durante el 2020, en la administración del Centro se recibieron y atendieron 3 auditorías por parte del Organo Interno de Control, adicionalmente a las revisiones de informes de proyectos externos que realiza despacho autorizado por la Secretaría de la Función Pública (SFP).

- Administración de Proyectos

Se cumplió en tiempo y forma, con el envío de los informes financieros de los proyectos, siendo de especial relevancia el lograr coordinarse todos los departamentos involucrados, a pesar de estar en “modo pandemia”



Figura 45. Reuniones de trabajo del equipo administrativo

- Cuidado de la salud

Con motivo de la pandemia no se logró contar con el apoyo de la Secretaría de Salud de Yucatán (SSY), para los estudios realizados en años anteriores, pero de forma excepcional, logramos que se aplicaran en las instalaciones de nuestro Centro, 140 vacunas de Influenza.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx



Figura 46. Personal de la SSY aplicando la vacuna de la influenza

- Programas de Gobierno

Dirección de Administración dio cumplimiento, a los siguientes programas de Gobierno:

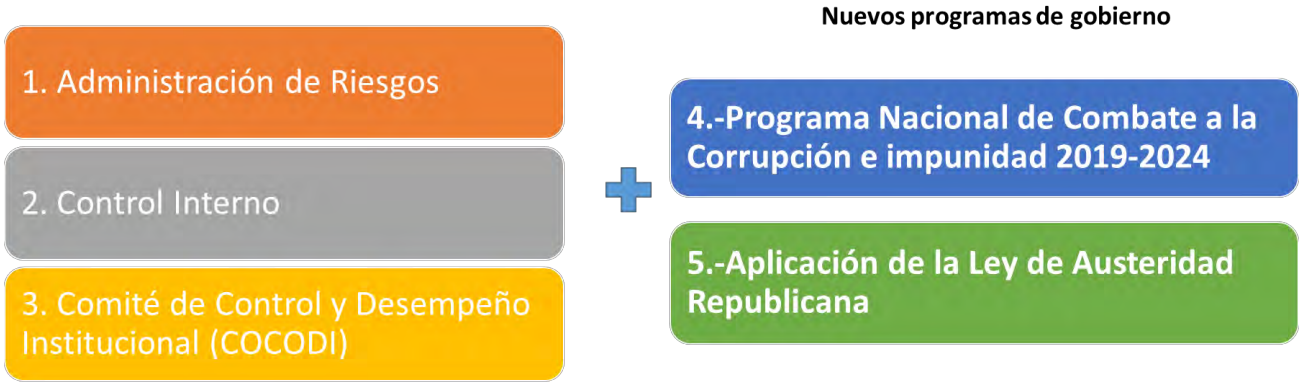


Figura 47. Programas de Gobierno atendidos 2020

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.

El 23 de marzo de 2020, en concordancia con el acuerdo conjunto 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, con la finalidad de mitigar la transmisión de casos secundarios de forma epidémica.

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.

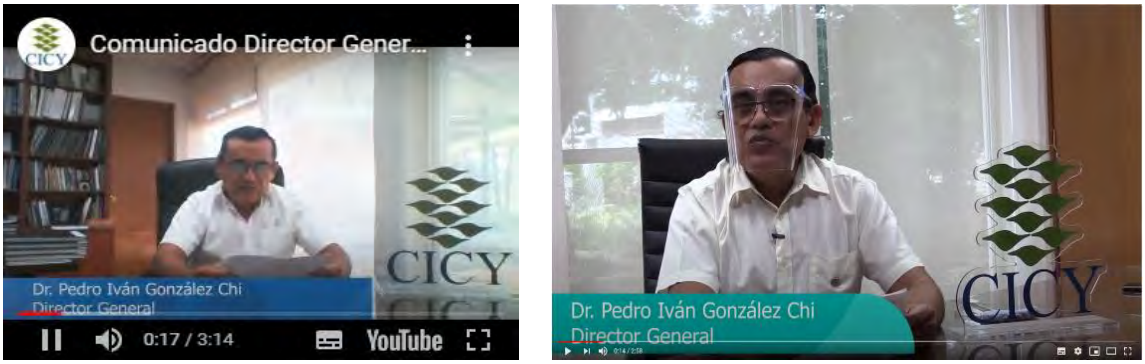


Figura 48. Comunicados de Dirección General

- A partir del 30 de marzo se suspendieron las actividades no esenciales del CICY (incluyendo las docentes) con la finalidad de mitigar la dispersión y transmisión del virus SARS-CoV2 y sus complicaciones.
- Se desarrollaron planes de contingencia por cada Dirección de Área y Dirección de Unidad las cuales contemplan reducir al mínimo el personal que participa en actividades laborales esenciales.
- Se construyó un sitio web que funge como repositorio con la información generada sobre las acciones clave para atender la emergencia sanitaria en el Centro.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx



Figura 49. Sitio web para comunicación institucional sobre COVID-19

- El personal del Centro que forma parte del grupo de alto riesgo, independientemente de que su actividad laboral sea considera esencial, y el personal que no participa en actividades laborales esenciales se mantiene en el Resguardo Domiciliario Corresponsable (limitación voluntaria de movilidad, permaneciendo en su domicilio el mayor tiempo posible) continuando sus labores según los planes de trabajo correspondientes. Para lo cual el Centro desarrolló un formulario para el registro de trabajo en Casa.



Figura 50. 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.

- Durante el segundo trimestre del año, el cuerpo directivo del Centro realizó un trabajo colegiado para la creación de los “Lineamientos para la Reincorporación a las Actividades Presenciales”. Así mismo en colaboración con los Brigadistas del CICY se elaboró el “Protocolo de control de accesos por contingencia COVID-19” y el “Protocolo de acción para detección de personal sintomático por COVID-19”.
- La la UER realizó la producción de Etanol al 70 %, con el azúcar que donó toda la comunidad científica para ser usado como sanitizante líquido, se elaboraron botellas de alcohol de 200 ml. Durante el periodo de mayo a noviembre de 2020 se produjeron 150 L de etanol al 70%. Este producto fue entregado en un kit sanitario a todo el personal, que incluía un cubrebocas y una botellita de alcohol de 200 ml, al regreso de la nueva normalidad a la institución.



Figura 51. Producción de Etanol al 70% (UER)

- El departamento de instrumentación diseñó, elaboró e instaló los lavamanos que se utilizan en los filtros de acceso a la institución.

- Se desarrollo una campaña de comunicación permanente que permite mantener informada a la Comunidad CICY sobre los lineamientos y la “nueva normalidad”. Dicha camaña consta se puede observar en distintos puntos de las instalaciones asi como tambien en los boletines electrónicos de la Institución y en la pagina web.

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330 Fax: (52) 99 9981 390 www.cicy.mx



Figura 52. Campaña de Comunicación Permanente

- El 22 de junio 2020, los brigadistas, la comisión de Seguridad e Higiene y el cuerpo directivo realizaron en la sede Mérida un simulacro para el regreso de las actividades presenciales. Este simulacro tuvo la finalidad de verificar el funcionamiento de los filtros de acceso en el CICY, así como la respuesta por parte de brigadistas ante la detección de una persona que presenta dos o más síntomas de la COVID-19.



Figura 53. Simulacro Regreso a las Actividades Presenciales

- El 29 de junio 2020, una parte del personal reanudó labores presenciales en las distintas sedes del CICY, de manera escalonada y conforme a lo establecido en los Lineamientos, así como en las estrategias generales del control para el retorno laboral.