5. INFORME DE AUTOEVALUACIÓN DEL EJERCICIO FISCAL 2019

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE YUCATÁN, A.C.
Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México.
Tel. +52 (999) 942-8330 • www.cicy.mx

2020 AÑO DE LEONA VICARIO BENEMÉRITA MADRE DE LA PATRIA

Contenido

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN 7
CLÚSTERS Y CONSORCIOS 11
CIDIGLO 12
CONSORCIO BioMimic® 12
CONSORCIO ADESUR® 13
UNIDADES DE INVESTIGACIÓN 15
UNIDAD DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR DE PLANTAS 15
UNIDAD DE BIOTECNOLOGÍA 18
UNIDAD DE RECURSOS NATURALES 21
UNIDAD DE MATERIALES 23
UNIDAD DE CIENCIAS DEL AGUA 26
UNIDAD DE ENERGÍA RENOVABLE 29
DIRECCIÓN DE DOCENCIA 32
PROGRAMA DE POSGRADO 33
MATRÍCULA 33
GRADUADOS 35
PARTICIPACIÓN EN DOCENCIA 37
SEGUIMIENTO DE EGRESADOS 38
PROCESO DE ADMISIÓN 38
EL SERVICIO DE ASUNTOS DE ESTUDIANTES (SAE) 38
LICENCIATURA 39
POSGRADO EXTERNO 39
PROGRAMA DE EDUCACIÓN CONTINUA (PEC) 40
DIRECCIÓN DE GESTIÓN TECNOLÓGICA 41

OFICINA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA (OTT) 43
OFICINA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS 46
OFICINA PARA LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (OPPI) 48
OFICINA DE ASESORÍA LEGAL (OAL) 50
UNIDADES DE VINCULACIÓN SOCIAL 54
LABORATORIO GEMBIO 54
LABORATORIO DE METROLOGÍA 57
ORGANISMO DE VERIFICACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (OVGEI) 59
BIOFÁBRICA 60
UNIDAD PRODUCTORA DE SEMILLAS (UPS) 64
DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN Y GESTIÓN 67
BIBLIOTECA 70
DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACIÓN 71
UNIDAD DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES (UTIC) 72
DEPARTAMENTO DE DIVULGACIÓN 74
LABORATORIO DE MICROSCOPÍA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB) 78
VIVEROS 78

INTRODUCCIÓN

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), ubicada 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 Sierra Papacal, Mérida, Yucatán.



Figura 1. Foto Institucional

El presente informe corresponde a las actividades realizadas durante el año 2019, basadas en los ejes sustantivos del CICY: investigación, docencia, gestión tecnológica, planeación y divulgación. Durante el 2019, el capital humano del CICY estuvo integrado por 324 personas de las cuales 244 son personal científico y tecnológico (incluyendo 16 investigadores de cátedras), 8 mandos medios y superiores, 58 personal administrativo y de apoyo, 9 honorarios asimilados y 5 eventuales.

Tabla 1. Número y tipo de personal al cierre de 2019

Tipo de personal	No.
Personal científico y Tecnológico y Cátedras	244
Mandos Medios y Superiores	8
Personal Administrativo y de Apoyo	58
Honorarios Asimilados	9
Eventual	5
Total de Plantilla	**324**

De la plantilla del personal, 144 son mujeres (44%) y 180 son hombres (56%). Las mujeres representan el 36% de los investigadores, el 37% de los ingenieros, el 47% de los técnicos académicos, el 52% del personal administrativo y de apoyo, así como el 63% de los mandos medios y superiores.

Las 244 personas que conforman el personal científico y tecnológico del CICY están clasificadas de la siguiente manera: 89 investigadores en activo (incluyendo 16 Investigadores del programa Cátedras CONACYT y 2 investigadores con licencia por cargos administrativos, 24 ingenieros y 131 técnicos académicos.

Con respecto al Convenio de Administración por Resultados (CAR), el histórico de indicadores que registra el CICY se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores de desempeño 2017-2019

Eje	Indicador	Unidad de Medida	P 2017	A-2017-A	P 2018	A-2018-A	P 2019	2019-A	% de Avance
Investigación Cientifica	Generación de conocimiento de calidad	Número de publicaciones arbitradas / Número de investigadores del Centro	169/91 1.85	**191/89** **2.15**	179/92 1.94	**236/90** **2.62**	179/92 1.94	**228/89** **2.56**	**132**
	Proyectos por Investigador	Número de proyectos de Investigación financiados con recursos externos / Número de investigadores del Centro	90/91 0.98	**79/89** **0.89**	96/92 1.04	**83/90** **0.92**	96/92 1.04	**64/89** **0.72**	**69**
Formación de cursos Humanos	Calidad de los posgrados	Número de programas registrados en el PNPC de reciente creación+(2)(Número de programas registradosen el PNPC en desarrollo)+(3)(Número de programas registrados en el PNPC consolidado)+(4) (Número de programas registrados en el PNPC de competencia internacional) / (4) (Número de programas de posgrado reconocidos en CONACYT en el PNPC)	24/32 0.75	**20/28** **0.71**	26/32 0.81	**20/28** **0.71**	26/32 0.81	**20/28** **0.71**	**88**
	Generación de RH especializados	Número alumnos graduados en programas de especialidad del PNPC+ Número alumnos graduados en programas de maestría del PNPC+Número alumnos graduados en programas de doctorado en el PNPC / Número de investigadores del Centro	88/91 0.96	**71/89** **0.80**	94/92 1.02	**62/90** **0.69**	94/92 1.02	**74/89** **0.83**	**82**
Vinculación	Proyectos Interinstitucionales	Número de proyectos Interinstitucionales/Número de proyectos de investigación	41/90 0.45	**48/79** **0.61**	44/96 0.46	**57/83** **0.69**	44/96 0.46	**53/64** **0.83**	**180**
ransferencia del Conocimiento e Innovación	Transferencia de conocimiento	Número de contratos o convenios de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social económica o ambiental firmados vigentes en el año/Número de contratos o convenios de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social económica o ambiental firmados vigentes en el año-1	18/14 1.28	**46/36** **1.28**	22/18 1.22	**49/46** **1.07**	22/18 1.22	**64/49** **1.31**	**107**
	Propiedad industrial solicitada	Numero de Solicitudes de patentes+número de solicitudes de modelos de utilidad+número de solicitudes de diseños industriales en el año/Numero de Solicitudes de patentes+número de solicitudes de modelos de utilidad+número de solicitudes de diseños industriales en el año-1	11/10 1.10	**27/24** **1.13**	12/11 1.09	**35/27** **1.30**	12/11 1.09	**33/35** **0.94**	**87**
Difusión y Divulgación	Actividades de divulgación por personal del CyT	Número de actividades de divulgación dirigidas al público en general/ Número personal de C y T	620/230 2.69	**819/244** **3.36**	620/230 2.69	**1397/242** **5.78**	620/230 2.69	**1375/244** **5.64**	**209**
Gestión Presupuestal	Índice de sostenibilidad económica	Monto de ingresos propios / Monto del presupuesto total del Centro	76523/283417 0.27	**131785/269861** **0.49**	87576/291920 0.3	**114427/290162** **0.39**	87576/291920 0.3	**51696/275346** **0.19**	**63**
	Índice de sostenibilidad económica para la investigación	Monto Total obtenido por proyectos de investigación financiados con recursos externos/ Monto total de recursos fiscales destinados a la investigación	65045/119035 0.55	**113637/98054** **1.16**	74440/122606 0.61	**97623/107238** **0.91**	74440/122606 0.61	**39130/101533** **0.39**	**63**

De acuerdo con los resultados obtenidos al cierre del año, los indicadores de Generación de Conocimiento de Calidad, Proyectos Externos por Investigador, Proyectos Interinstitucionales, Transferencia de Conocimiento y Actividades de Divulgación superaron el 100% de lo esperado; los indicadores de Calidad de los Posgrados, Generación de Recursos Humanos Especializados y Propiedad Industrial Solicitada superaron el 80% de avance con respecto a los programado para el 2019 (Tabla 3).

Tabla 3. Cumplimiento de los indicadores de desempeño 2019

Eje	Indicador	Unidad de Medida	Programado 2019	Alcanzado 2019	Porcentaje de Avance
Investigación Científica	Generación de conocimiento de calidad	Número de publicaciones arbitradas / Número de investigadores del Centro	179/92 1.94	228/89 2.56	132 %
	Proyectos por investigador	Número de proyectos de Investigación financiados con recursos externos / Número de investigadores del Centro	96/92 1.04	64/89 0.71	69 %
Formación de Recursos Humanos	Calidad de los posgrados	Número de programas registrados en el PNPC de reciente creación+(2)(Número de programas registrados en el PNPC en desarrollo)+(3)(Número de programas registrados en el PNPC consolidado)+(4) (Número de programas registrados en el PNPC de competencia internacional) / (4) (Número de programas de posgrado reconocidos en CONACYT en el PNPC)	26/32 0.81	20/28 0.71	88 %
	Generación de RH especializados	Número alumnos graduados en programas de especialidad del PNPC+ Número alumnos graduados en programas de maestría del PNPC + Número alumnos graduados en programas de doctorado en el PNPC / Número de investigadores del Centro	94/92 1.02	74/89 0.83	82 %
Vinculación	Proyectos Interinstitucionales	Número de proyectos Interinstitucionales / Número de proyectos de investigación	44/96 0.46	53/64 0.83	180 %
Transferencia del Conocimiento e Innovación	Transferencia de conocimiento	Número de contratos o convenios de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social económica o ambiental firmados vigentes en el año/Número de contratos o convenios de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social económica o ambiental firmados vigentes en el año-1	22/18 1.22	64/49 1.31	107 %
	Propiedad industrial solicitada	Numero de Solicitudes de patentes + número de solicitudes de modelos de utilidad + número de solicitudes de diseños industriales en el año/Numero de Solicitudes de patentes + número de solicitudes de modelos de utilidad + número de solicitudes de diseños industriales en el año-1	12/11 1.10	33/35 0.94	87 %
Difusión y Divulgación	Actividades de divulgación por personal del CyT	Número de actividades de divulgación dirigidas al público en general / Número personal de CyT	620/230 2.69	1375/244 5.63	209 %
Gestión Presupuestal	Índice de sostenibilidad económica	Monto de ingresos propios / Monto del presupuesto total del Centro	87576/291920 0.30	51696/275346 0.19	63 %
	Índice de sostenibilidad económica para la investigación	Monto Total obtenido por proyectos de investigación financiados con recursos externos / Monto total de recursos fiscales destinados a la investigación	74440/122606 0.61	39130/101533 0.39	63%

Mayor o Igual al 100%
Mayor o Igual al 50%
Menor al 50%

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

La Dirección de Investigación (DI) trabaja institucionalmente para:

- Fomentar un ambiente que permita el desarrollo científico, tecnológico y de innovación en el CICY.
- Detonar el trabajo en equipo para establecer proyectos multidisciplinarios de alto impacto en beneficio de la sociedad y el medio ambiente.
- Establecer un mecanismo para el manejo y distribución de la información relacionada a CTI.
- Promover la vinculación pentahélice entre el gobierno, la academia, empresas, medio ambiente y sociedad que conduzca a la generación de soluciones.
- Promover el interés público, asumiendo a la investigación científica y el desarrollo tecnológico como factores para el desarrollo nacional integral: económico, social y sustentable.

Personal

Esta Dirección tiene a su cargo el trabajo de 89 investigadores que se desempeñan en las seis Unidades de investigación. Durante el 2019, el 89% de los Investigadores pertenecieron al SNI, contando con 6 en el nivel de candidato (C), 42 en nivel I, el 21 en nivel II, 8 en el nivel III y 2 investigadores en nivel Emérito (Figura 2).

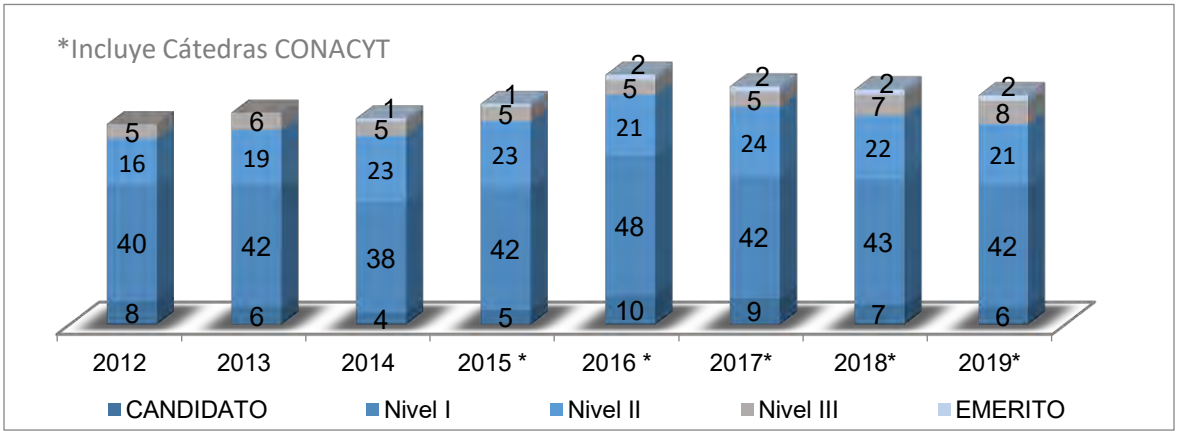


Figura 2. Investigadores en el SNI 2012-2019

Productividad

Derivado del trabajo de las seis Unidades de Investigación, durante 2019 se lograron un total de 228 publicaciones conformados por 209 artículos arbitrados de los cuales 182 fueron indizados con un factor de impacto promedio de 2.65, 19 capítulos de libro y 4 libros. Por consiguiente, se logró un promedio de 2.56 publicaciones totales por investigador, y un promedio de 2 artículos indizados por investigador.

Proyectos de Investigación

Durante el año 2019, el CICY desarrolló 84 proyectos, de ellos 24 concluyeron durante el periodo que se reporta y 64 fueron de investigación.

De acuerdo con el tipo de proyecto, en 2019 se obtuvieron 33 proyectos de Investigación Básica, 22 de investigación aplicada, 5 de Desarrollo Tecnológico, 7 de Infraestructura, 1 de Innovación, 8 Especiales, 1 de Movilidad y 7 de otros tipos (Fideicomiso), (Figura 3).

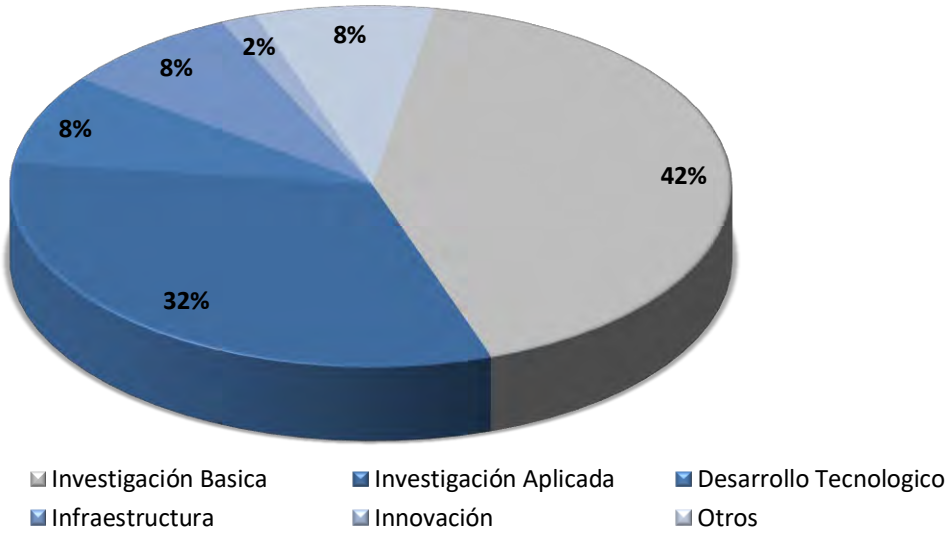


Figura 3. Distribución de los tipos de proyectos desarrollados en el año 2019

El 42% 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 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 obtenidos vigentes por el CICY en el periodo reportado, se divide de la siguiente manera: 32 proyectos de FOSEC's (Fondos Sectoriales: SEP, CONAFOR, INEGI, SEMARNAT, SENER); 2 de Fondos Mixtos (FOMIX-Yucatán); 1 FORDECYT, 17 FOINS; 5 Otros CONACYT (FONCICYT, Redes temáticas, PRODECYT); 6 Fondos Internacionales-terceros (Brazilian Agricultural Research Corporation, EMBRAPA, Tropic Safe-Alma Mater Studiorum Universita Di Bologna, YVES ROCHER FONDATION, NORTHERN ILLINOIS UNIVERSITY, TAMU, US NAVY); y 21 Nacionales-terceros (CIATEJ, CIMAV, INECOL, ECOSUR, IPICYT, Fideicomiso), (**¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**).

Tabla 4. Proyectos vigentes y presupuesto otorgado

	Fuente	Proyectos (#)	Proyectos (%)	Presupuesto (pesos)	Presupuesto (%)
CONACYT	FOSEC's	32	38	105,845,269.00	38
	FOMIX	2	3	18,499,662.00	7
	FORDECYT	1	1	42,000,000.00	15
	FOINS	17	20	34,229,332.00	12
	Otros CONACYT	5	6	12,444,000.00	4
TERCEROS	INTERNACIONALES	6	7	5,785,515.40	2
	NACIONALES	21	25	62,583,005.15	22
	Total	**84**	**100**	**281,386,783.55**	**100**

Es importante resaltar que, de los 64 proyectos de investigación en 2019, 53 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 0.83 lo que representa el 180 % de avance con relación a lo programado para el cierre del año (0.46).

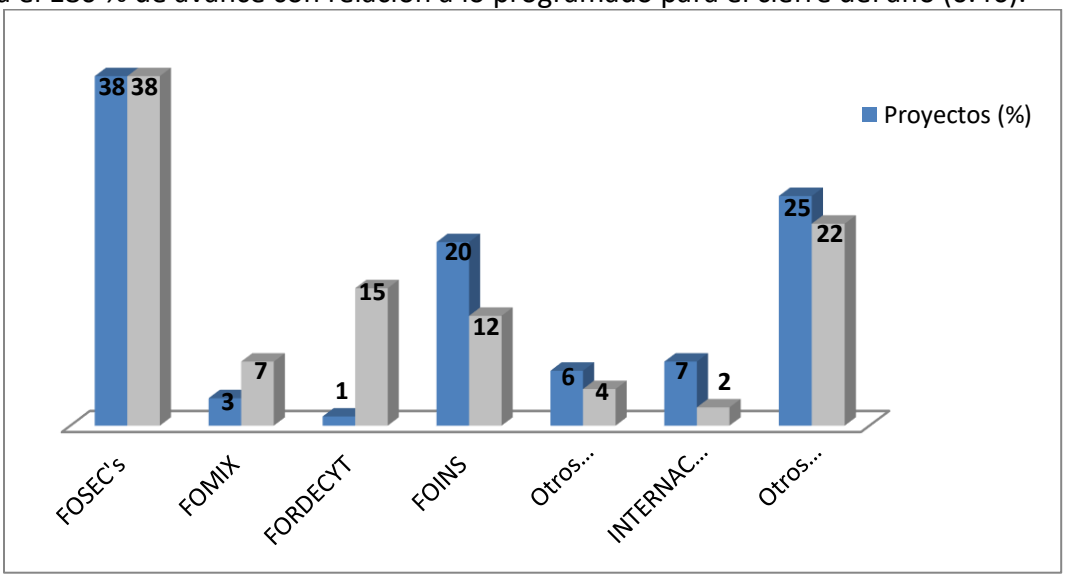


Figura 4. Porcentaje de proyectos por fuentes de financiamiento

El análisis anterior de los proyectos (Figura 4) 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 23 convocatorias de 20 fondos, sometiendo un total de 97 propuestas de proyectos de investigación por un monto total de $275,698,650.84. Derivado de ello, fueron aprobados 9 proyectos por un monto de $10,482,352.70 (4 DADC, 2 Infraestructura, 1 Fomix Yucatán, 1 Empresa Femex-Palma y 1 Internacional US-NAVY). Es importante resaltar que, durante 2019, 7 proyectos correspondientes a Ciencia Básica, convocatoria 2017-2018, formalizaron y depositaron el recurso por $10´494,000. Finalmente, aún se esperan, posibles resultados favorables de propuestas sometidas a diferentes fondos en 2019, cuyos resultados están pendientes por publicarse a inicios de 2020, (Figura 5).

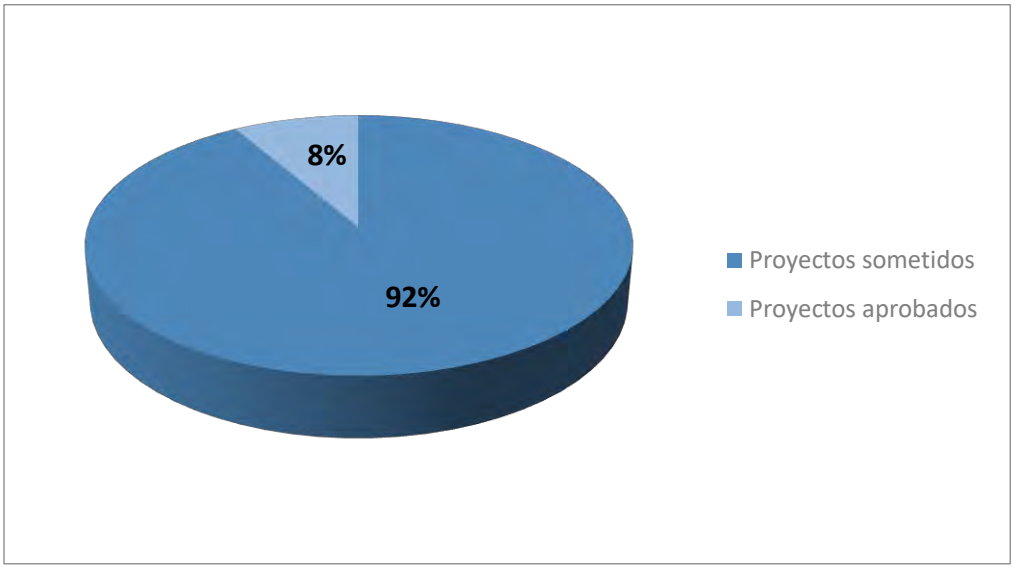


Figura 5. Porcentaje de proyectos sometidos y aprobados en el 2019

Acorde al tipo de proyectos institucionales vigentes, las nuevas políticas públicas federales y la celebración del 40 aniversario del CICY, se promovieron eventos direccionados al fortalecimiento de la Ciencia, Tecnología e Innovación, así como a continuar y robustecer las sinergias del CICY con las instituciones de la Región: El pasado 24 y 25 de octubre se llevó a cabo el Taller; “CICY 40 años fortaleciendo la Ciencia, Tecnología e Innovación” (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), financiado por el proyecto CONACYT 299225 Programa de apoyos para actividades científicas, tecnológicas y de innovación de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico. Adicionalmente, durante los meses comprendidos entre mayo y octubre de 2019, se llevaron a cabo ciclos de conferencias con los directores de instituciones del SIIDETEY (Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán), contando con la participación del Dr. Ricardo Bello Bolio (director del SIIDETEY), Dr. Francisco Xavier Chiappa (Director General de la ENES Mérida UNAM), Dr. Narciso

Acuña González (Director de la Universidad Anáhuac Mayab), Dr. Rafael Rivera Bustamante (Director CINVESTAV Mérida), Dr. Carlos Macías Richard (Representante del Ciesas-Mérida), Dra. María del Carmen Pozo de la Tijera (Directora ECOSUR) y la Dra. María de los Ángeles Sánchez Contreras (Directora CIATEJ-Sureste).

Esta iniciativa fomentó la colaboración científica y tecnológica con instituciones estatales, en ella participaron expertos nacionales que divulgaron a la sociedad, la investigación que se hace en CICY y las instituciones del SIIDETEY en beneficio de las comunidades de la región, además se propició el intercambio de ideas y de conocimiento entre estudiantes, académicos, profesores investigadores y sector privado con el propósito de generar sinergias que coadyuven al modelo de la Pentahélice.

La Dirección de Investigación continúa trabajando en la actualización del micrositio web, en el portal de internet del CICY, para la divulgación y transparencia de la información de esta Dirección a la comunidad en general (https://www.cicy.mx/direccion-de-investigacion).



Figura 6. Posters - Programa de Taller CICY 40 años fortaleciendo la Ciencia, Tecnología e Innovación y Ciclo de conferencias SINERGIAS

CLÚSTERS Y CONSORCIOS

Derivado de las políticas públicas que impulsa el CONACYT para el trabajo de los Centros Públicos de Investigación (CPIs), a través de la colaboración en Investigación y Desarrollo Tecnológico, el CICY participa en CIDIGLO, BioMimic® y ADESUR.

CIDIGLO

El CIDIGLO tiene como objetivo, propiciar y articular saberes diversos en la solución de problemas económicos y sociales, desde enfoques integrales, colaborativos e interinstitucionales.

Lo integran los siguientes CPIs: CIESAS, COLSAN, CIATEJ, COLMICH y CICY. Por parte de CICY, el personal que participa es: Dr. Javier Mijangos, Dr. Raúl Tapia, Dr. Gilberto Acosta, Dr. Ricardo Cruz, Dr. Javier Guillen, Mtra. María Antonieta Saldívar y la Mtra. Gilma Michell. Las líneas de investigación en las que se participa son las siguientes: Energía, Agua, Cadenas de Valor Agrícola, Residuos Sólidos/Materiales, Gobernanza y Políticas Públicas. La relación de CIDIGLO con los CPIs se hace a través de Comités de Enlace; en el caso de CICY, la Dra. Liliana Alzate Gaviria es el enlace académico CIDIGLO/CICY. Se sostienen reuniones remotas en forma mensual, para asegurar la adecuada coordinación de las diversas actividades.

El 5 y 6 de noviembre se llevó a cabo la reunión plenaria de CIDIGLO, a la cual el personal de CICY asistió y se sentaron bases de inicio y continuación de diversos proyectos de colaboración, como son:

En la línea de investigación de Residuos Sólidos, se completaron dos actividades: "identificación, clasificación y reciclaje de plásticos", para ello se realizó una visita a los vertederos municipales de Etzatlán y Zapopan, en Jalisco (19 de junio), para proponer acciones de mejoramiento relacionadas con la disposición final de los residuos sólidos. Por otra parte, los investigadores participantes en esta línea de investigación realizaron una segunda visita al municipio de Rio Lagartos, Yucatán (11 de noviembre); en dicha visita participó el presidente municipal, Lic. Erick Alcocer, para promover el mejoramiento de la gestión de residuos sólidos de este municipio Yucateco.

Dentro de la línea de Investigación Gobernanza y Políticas Públicas, se gestionó la capacitación para los investigadores del CICY (9 y 10 de septiembre) con el "Seminario de Políticas Públicas Basada en Evidencia" impartido por el Dr. José Santos Zavala (COLSAN) y el Dr. Antonio Cáñez Cota (CIESAS-CIDIGLO), expertos en este tema.

Otros temas de interés nacional (Arribazón de Sargazo pelágico y Cambio climático) fueron tratados en la reunión plenaria en donde se catalizaron nuevas interacciones que derivaron en la presentación de 2 proyectos a Ciencia de Frontera 2019, fueron: 1. "Generar conocimiento básico sobre las características e identificación de los factores bióticos y abióticos involucrados en las concentraciones anómalas de heteropolímeros aromáticos complejos". 2. "Recuperación biogeoquímica de bosques tropicales secos después del cambio de uso de la tierra".

CONSORCIO BioMimic®

El Clúster Científico y Tecnológico BioMimic® opera en una coordinación de esfuerzos entre Centros Públicos de Investigación, instituciones académicas, gubernamentales y actores de la sociedad civil organizada, con el propósito fundamental de promover y realizar proyectos de investigación científica, de forma estratégica multidisciplinaria y transversal, con el objeto compartido de construir soluciones sustentables a problemas prioritarios, que representan una contribución de alto valor académico, económico y social para México y otras regiones del planeta.

El modelo de fortalecimiento del tejido social del Clúster Científico y Tecnológico BioMimic® considera en todos sus niveles la vinculación tangible del gobierno, sociedad, academia y empresa, bajo un ecosistema que contempla al medio ambiente como elemento prioritario.
Derivado de lo anterior, se han logrado alcanzar parcialmente algunos objetivos de importancia fundamental mediante el desarrollo de los siguientes proyectos en los que participa el Centro:

- Búsqueda de alternativas biológicas para el control y manejo integrado de trips en el cultivo de aguacate. Con la participación de la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de Michoacán (APEAM): Responsable: Gloria Carrión Villarnovo (INECOL). Participantes del CICY: Dr. Oscar Moreno, Quím. Yereni Minero y Dra. Cecilia Hernández. Vigencia: a-febrero 2020.

- 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. En colaboración con el INECOL donde la Responsable Técnico es la Dra. Diana Sánchez Rangel y, los doctores Victor Loyola y Oscar Moreno ambos como responsables en CICY. Vigencia a octubre 2021.

CONSORCIO ADESUR®

Durante el 2019, la nueva administración del CONACYT, planteó la necesidad de reorientar los objetivos y la vocación de ADESUR® para adecuarla a la nueva visión y políticas del Gobierno Federal. En este sentido se realizaron diversas reuniones para analizar los avances y resultados alcanzados; así como, para precisar las perspectivas de seguimiento de proyecto.
De igual manera, se participó en la reunión celebrada con directivos del CONACYT y representantes de los centros de investigación integrantes del consorcio ADESUR, el 6 de febrero 2019 en las oficinas del CONACYT, Ciudad de México (Figura 7).



Figura 7. Reunión de directivos del CONACYT con los representantes de los centros de investigación que integran la ADESUR.

En dicha reunión se analizaron perspectivas de seguimiento y la reorientación del consorcio ADESUR a la luz de la visión y políticas públicas planteadas por la nueva directiva del CONACYT. Se acordó revisar la normativa del FORDECYT para definir la viabilidad de efectuar modificaciones a los convenios de asignación de recursos de los proyectos vigentes relacionados con ADESUR.
El 30 de marzo de 2019 se realizó una segunda reunión de análisis y reorientación de ADESUR en las instalaciones del CICY en Mérida, Yucatán. Participaron directivos del CONACYT de las áreas de desarrollo regional y de centros de investigación; así como, los directores y funcionarios de los cuatro centros que integran la alianza ADESUR (Figura 8).



Figura 8. Reunión de directivos del CONACYT con integrantes la alianza ADESUR

Con el interés de activar a la brevedad las instalaciones de ADESUR en Acapulco, Guerrero, se acordaron compromisos específicos por parte del CONACYT y por parte de cada uno de los centros de investigación participantes. Destaca el compromiso general para impulsar la colaboración con los investigadores de Universidad Autónoma de Guerrero (UAGRO), y de otras instituciones académicas de Guerrero, para promover programas PNPC, codirección de tesis y publicaciones en revistas indexadas.
En el caso particular del CICY se acordó contratar 2 investigadores, teniendo así 2 técnicos enfocados en micro propagación, destinados a fortalecer las capacidades y el desarrollo de ADESUR.

En septiembre 2019, el CONACYT definió que ADESUR será una subsede de CIATEJ y que CICY participará con una unidad de vinculación en ADESUR.
Como resultado de las acciones realizadas durante el segundo semestre del 2019 se señalan algunos temas de seguimiento a futuro que se consideran importantes como parte de la contribución del CICY a ADESUR:

1. Los CPI´s que conforman ADESUR continuarían participando en la nueva modalidad de subsede y se invitaría a otros CPI del sistema a sumarse.
2. ADESUR busca impulsar la vinculación con IES y CPI, sistemas producto agroindustriales, organizaciones civiles y Gobierno del Estado, todos preferentemente de Guerrero.
3. CICY continuará con los proyectos FORDECYT analizando ajustes presupuestales y entregables

de los proyectos vigentes, especialmente los proyectos de Operación de Instalaciones (32 mdp), Coco (42 mdp) y Cadenas Productivas (58 mdp).

4. CICY negociará asignación de personal fijo (plazas) para el personal de ADESUR.
5. ADESUR es una ventana de oportunidad de acercamiento, diálogo y en general de comunicación con los nuevos actores en CONACYT, a pesar de los retos institucionales que representa.

Durante el 2019, los proyectos desarrollados en el CICY y que están relacionados con ADESUR continuaron sus actividades académicas y de investigación con base a lo programado y a los compromisos adquiridos en sus respectivos programas de trabajo. Específicamente, el proyecto de operación de ADESUR y los proyectos de cocotero, agave y café.

UNIDADES DE INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR DE PLANTAS

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" con el enfoque para beneficio de la sociedad, procurando realizar proyectos más cercanos a las necesidades sociales y económicas de nuestro país (Figura 9).

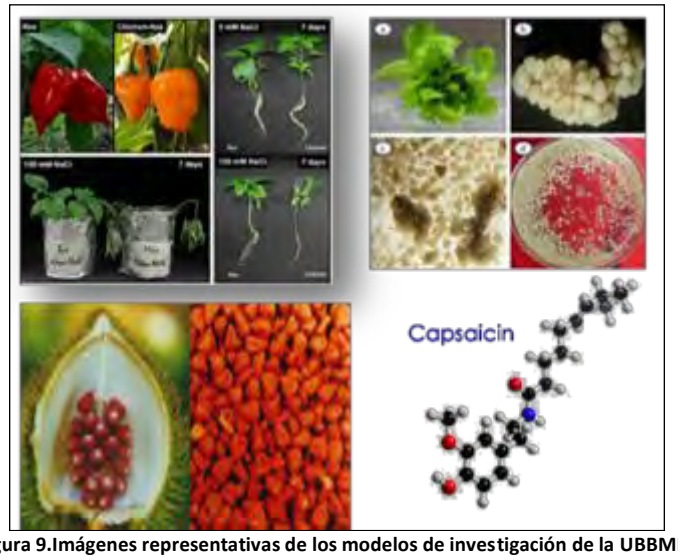


Figura 9.Imágenes representativas de los modelos de investigación de la UBBMP.

En forma permanente se ha buscado la mejora del equipamiento de la Unidad. En este sentido, se continúa trabajando en la optimización de las investigaciones relacionadas con proteómica, el uso del microscopio confocal y el micrótomo de congelamiento, ya que con estas herramientas se podrá mejorar la calidad de las publicaciones internacionales y tendrán un impacto en la formación de nuestros egresados, así como, en sus trabajos de tesis. El espectrómetro de masas de la UBBMP tiene

la capacidad de recibir muestras en fase liquida, es versátil para el estudio de metabolómica o proteómica y actualmente está totalmente funcional, sin embargo, es importante resaltar que la aportación de algunos investigadores, de sus proyectos obtenidos de CONACYT, ha permitido mantener a punto el equipo. Dado los altos costos de mantenimiento del espectrómetro de masas, es necesario reconsiderar nuevas vías para la colaboración conjunta de recursos por los investigadores de la Institución.

La difusión y disposición del espectrómetro de masas dentro del CICY y en otras instituciones ha sido constante. Fue sede de la práctica implementada en el curso de educación continua "Cromatografía de líquidos-espectrometría de masas y sus aplicaciones en productos naturales". Se han identificado metabolitos purificados en los laboratorios de otras Unidades, como la de Biotecnología. Este equipo ha sido propuesto como herramienta de innovación en proyectos sometidos a convocatorias para financiamiento de la investigación, como son CONABIO y Fronteras de la Ciencia, en los que participan investigadores de las Unidades de BBMP, Energía Renovable, Recursos Naturales, así como de otras instituciones como el CIATEC-León y el Cinvestav-Irapuato.

Los investigadores de la Unidad, también han desarrollado metodologías y protocolos para clonar *in vitro* variedades seleccionadas de achiote, café, plátano y piña. En los casos del achiote y del plátano se mantuvieron colecciones de germoplasma en el campo.

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica y Social, los logros de las cuatro líneas de investigación de la UBBMP para el año de 2019 fueron los siguientes:

Interacción planta-ambiente

Durante el año 2019, esta línea de investigación contó con la participación de 7 investigadores y con 7 proyectos, entre los cuales están el de la Dra. Ileana Echavarría Machado, responsable del proyecto: "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). 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", mismo en el que también colabora el Dr. Víctor Loyola Vargas. Además, a la Dra. Luisa López Ochoa le fue aprobado 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 al Dr. Ignacio Islas el proyecto "Análisis de semillas de cocotero (*cocos nucífera* l.) con diferente grado de madurez para determinar el efecto del proteoma y el metaboloma en la calidad del endospermo líquido y sólido" ambos en la convocatoria de Ciencia Básica. En este momento la Dra. Georgina Estrada Trapaga se encuentra realizando una estancia sabática en la UNAM, en el Instituto de Química, lo cual reforzará el área de estructura de proteínas, que maneja la investigadora, cuyo conocimiento después será transmitido a los estudiantes en cursos especializados.

Metabolismo secundario e ingeniería metabólica

En esta línea de investigación se contó con la participación de 5 investigadores quienes tuvieron bajo su responsabilidad 6 proyectos de investigación. Entre los cuales están los dos proyectos a cargo del Dr. Gregorio Godoy Hernández, uno de la convocatoria PN-CONACYT: "Establecimiento de plantaciones élite de achiote para producción de semilla con alto contenido de bixina", considerado como Caso de Éxito y el proyecto FOSEC SEP "Análisis del transcriptoma relacionado con la biosíntesis de isoprenoides en *Pentalinon andrieuxil* (Apocynaceae)". El Dr. Víctor Loyola Vargas fue responsable del proyecto "Complemento a la infraestructura de una plataforma para la realización de estudios proteómicos y metabolómicos en plantas de interés agroindustrial del sureste mexicano". Adicionalmente, la Dra. Maria de Lourdes Miranda Ham estuvo a cargo del proyecto "Análisis bioquímico y molecular de la biosíntesis de betalainas en *Stenocereun queretaroensis*, una cactácea mexicana" y el Dr. Felipe Vázquez Flota del proyecto "Localización de los sitios de síntesis y acumulación de alcaloides bencilisoquinolicos en *Argemone mexicana* L. (chicalote)". Finalmente, la Dra. Renta Rivera Madrid tiene el proyecto "Determinación de la función de los tres genes de la ruta de biosíntesis de bixina en organismos heterólogos "de la convocatoria Fronteras de la Ciencia.

Morfogénesis y regulación génica

En esta línea de investigación se cuenta con la participación de cinco investigadores. Cuenta con tres proyectos de investigación. El Dr. Víctor M. Loyola Vargas estuvo a cargo de los siguientes: "Determinación de la función de la interacción entre auxinas y citocininas en la inducción de la embriogénesis somática" y "Modificación del genoma de plantas superiores usando crispr/cas9 para estudiar la diferenciación celular" y el Dr. Enrique Castaño de la Serna estuvo a cargo el proyecto del "Estudio funcional de la fibrilarina en la progresión viral en plantas". Se avanzó sustancialmente en el desarrollo de las metodologías de clonación y transformación para el uso de CRISPR tanto en cafeto como en jatropha. Se completó el análisis del transcriptoma de la embriogénesis somática del cafeto y se elaboró el transcriptoma de la embriogénesis cigótica del aguacate. El reto más importante ha sido transferir la metodología de la embriogénesis somática del cafeto a la biofábrica. El Dr. Castaño finalizó su estancia sabática en la Universidad de Praga, lo que ha enriquecido ampliamente la calidad de las publicaciones de este investigador, así como los trabajos de tesis de los alumnos asociados al mismo.

Genética vegetal

En esta línea de investigación se cuenta con la participación de cuatro investigadores. Actualmente tiene un proyecto activo, "Establecimiento de una tecnología para la producción eficiente y el establecimiento en campo de propágulos de Piña (*Anana comosus* Berk.) de alta calidad, integrando métodos biotecnológicos con los métodos tradicionales de manejo de cultivo empleados en las áreas de producción" a cargo de la Dra. Nancy Santana. El proyecto tiene un papel relevante ante la sociedad ya que involucra productores (hombres y mujeres) de la península de Yucatán que se dedican a la producción de piña, lo cual permitió la combinación del conocimiento tradicional con el conocimiento científico del proceso de tejidos vegetales en la producción de piña.

UNIDAD DE BIOTECNOLOGÍA

La UBT lleva a cabo proyectos de investigación creativos e innovadores para producir bienes o servicios de relevancia para la sociedad mexicana, la protección del medio ambiente y el crecimiento económico del país. La Unidad cuenta con diversos proyectos con un enfoque biotecnológico, de los cuales dos fueron aprobados en el 2019: "Aislamiento y evaluación antiviral de los componentes presentes en *Diospyros anisandra Caesalpinnia yucatanensis*" siendo la responsable técnico la Dra. Rocío de Lourdes Borges Argaez y "Edición de los promotores de CrGPDH2 y CrGPDH3 mediante CRISPR/Cpf1, para investigar el mecanismo de respuesta al estrés abiótico en la micro alga verde *Chlamydomonas Reinhardtii*" siendo la responsable técnico la Dra. Virginia Aurora Herrera Valencia; ambos de la convocatoria de Investigación Científica Básica 2017-2018.

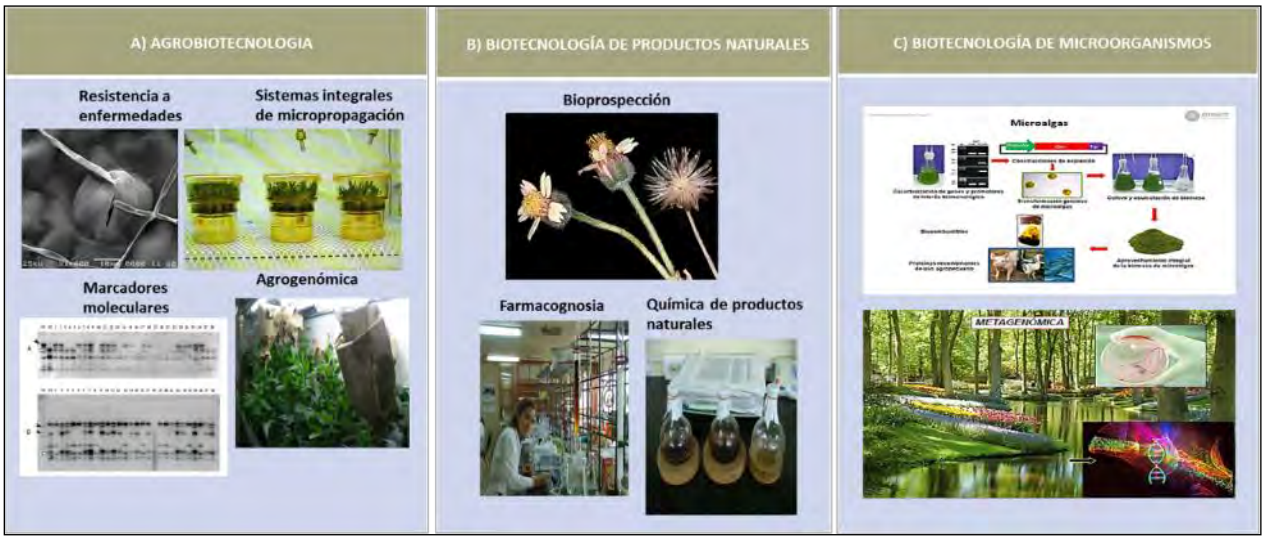


Figura 10.Líneas de generación y/o aplicación del conocimiento en las que se enfoca la Unidad de Biotecnología

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica y Social, durante el año 2019 se publicaron diversos artículos indizados en revistas con un factor de impacto arriba de 4 (de acuerdo al *Journal Citation Reports*) tales: Frontiers in Microbiology, *Industrial Crops & Products*, *Journal of Natural Products*, *Drug Discovery Today y Microorganisms*. Dentro del rubro de formación de Recursos Humanos, durante el año 2019 se graduaron 13 estudiantes del programa de posgrado en Ciencias Biológicas, opción Biotecnología, cumpliendo la eficiencia terminal en tiempo y forma, contribuyendo a la formación de nuevos biotecnólogos que se caractericen por su calidad profesional, su apego a principios humanísticos y éticos, y su espíritu de servicio a la comunidad.

La vinculación académica se reflejó en el 2019 con varias visitas que realizó la Dra. Blondy Canto Canché en diferentes universidades tales como: la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia), la Universidad CES (Medellín, Colombia), la Universidad UTPL (Loja, Ecuador). Como resultado de esta

interacción académica, se firmó un convenio entre el CICY y la Universidad CES, y otros convenios están en trámite con la UTPL y la Universidad de Antioquia.

Por otra parte, por invitación, la Dra. Canto participó en el congreso internacional REDBIO 2019 en Uruguay, con la conferencia "Hallazgos sobre la Sigatoka negra basados en enfoques de análisis masivos", el cual fue reconocido internacionalmente y representa un motivo de orgullo para nuestra institución.

En cuanto a la transferencia del Conocimiento e Innovación, en el 2019, se concedieron dos patentes, una a la Dra. Blondy Canto Canché y colaboradores, la cual lleva como título "Sistema para la detección, cuantificación y análisis de expresión génica del hongo *Mycosphaerella fijiensis*, mediante la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real"; y la otra de los doctores Luis Manuel Peña y la Dra. Rocío Borges Argaez donde fungen como colaboradores, siendo la responsable de la patente la Dra. Gloria María Molina Salinas la cual lleva como título "Uso de naftoquinonas diméricas en el tratamiento y control de la tuberculosis resistente a fármacos".

En cuanto a difusión y divulgación, a partir del proyecto "Impulso a la cadena de valor del cocotero para incrementar su competitividad y contribuir al desarrollo socioeconómico en la región pacifico sur y otros estados productores" de la convocatoria FORDECYT 2018 (Responsable técnico: Dr. Carlos Oropeza Salín) se trabajó en la promoción del cultivo del cocotero y sus productos, principalmente para la salud; a través de dos talleres. Adicionalmente, en este proyecto se promovió la integración de la comunidad del cocotero a nivel nacional; por lo cual se instauró la Red Mexicana del Cocotero en el CICY.

Por otra parte, a partir del proyecto que lleva como título "Insect-borne prokaryote-associated diseases in tropical and subtropical perennial crops" perteneciente a un consorcio, que engloba la participación de varias instituciones de la Comunidad Europea (Convocatoria Internacional TROPICSAFE), se realizaron diversas actividades de difusión académicas tales como las presentaciones en la 4th Meeting of the International phytoplasmologist working group: "Ultrastructural analysis of spiroplasmas detected in palm species infected with the lethal yellowing phytoplasmas from Yucatán and Baja California Sur, México" en la sección de infecciones mixtas, y "Distribution of lethal yellowing and associated phytoplasma strains in Jamaica, Mexico and other countries in the región".

Agrobiotecnología

Esta línea de investigación está conformada con la participación de trece investigadores, que actualmente cuentan con diversos proyectos vigentes con diferentes enfoques biotecnológicos, tanto a nivel de mejoramiento genético por herramientas de cultivo *In vitro* como a nivel de mejoramiento genético utilizando herramientas moleculares. Destacan los proyectos que llevan como título: "Enfoque agrogenómico en el estudio de la Sigatoka negra", cuya responsable técnico es la Dra. Blondy Canto del CICY, con otras instituciones participantes tales como IPICYT y el CEIB-UAEM; "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", el responsable técnico es el Dr. Jorge Santamaría; ambos proyectos son de la convocatoria FOSEC-SEP. De igual manera, 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", del cual es responsable técnico el Dr. Lorenzo Felipe Sánchez Teyer aprobado en la convocatoria FORDECYT 2017-10.

Se cuenta también con los proyectos que llevan como título: "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 y "Caracterización funcional de factores de transcripción de plátano con potencial para generar resistencia contra la enfermedad de la Sigatoka negra", de las convocatorias: Problemas Nacionales y FOSEC-CONACYT, respectivamente. Estos dos proyectos están bajo la responsabilidad técnica del Dr. Santy Peraza.

Los títulos de los proyectos presentados a la convocatoria internacional de la Comunidad Europea son: "Evaluation of coconut varieties for resistance to lethal yellowing" de la convocatoria internacional Marketplace de Brasil e "Insect-borne prokaryote-associated diseases in tropical and subtropical perennial crops" donde el responsable técnico es el Dr. Carlos Oropeza Salín.

El grupo cuenta con tres proyectos aprobados del 2018 que llevan como título: "Impulso a la cadena de valor del cocotero para incrementar su competitividad y contribuir al desarrollo socio-económico en la Región Pacífico Sur y otros Estados productores" de la convocatoria FORDECYT 2018, siendo el responsable técnico el Dr. Carlos Oropeza Salín y el proyecto que lleva como título "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 BASICA 2016 teniendo como responsable técnica a la Dra. Clelia De la Peña Seaman y uno aprobado en el segundo semestre de 2018 que lleva por título "Proyectos para la conservación, salvaguarda de los recursos fitogenéticos nativos e identificación de nuevos usos" de la convocatoria SAGARPA 2018, del cual es Responsable Técnico el Dr. Jorge Santamaría Fernández.

Biotecnología de productos naturales

Esta línea de investigación está conformada con la participación de 5 investigadores, que cuenta con diversos proyectos vigentes con un enfoque biotecnológico, centrándose en la identificación de metabolitos secundarios para su aplicación, tanto nivel de enfermedades con una incidencia en humanos, como también a nivel agrícola y, por último, a nivel bovina y pecuaria; 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 "Sociedad Americana de Farmacognosia" de la convocatoria SEP-CONACYT-ANUIES-ECOS NORD Francia (FONCICYT-2016); en estos proyectos funge como responsable técnico el Dr. Luis Manuel Peña.

De igual manera se cuenta con el proyecto que lleva por título: "Aislamiento y síntesis de metabolitos de plantas medicinales de la península de Yucatán y evaluación *in vitro* e *in vivo* de su actividad leishmanicida" de la convocatoria Investigación Básica SEP- CONACYT, y "Fitomedicamento para el

tratamiento de la leishmaniasis cutánea localizada" de la convocatoria Proyectos de desarrollo científico para atender problemas nacionales 2015, siendo en ambos proyectos el responsable técnico, Dr. Sergio Peraza.

Por otra parte, se cuenta con el proyecto "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" a partir de la convocatoria de Problemas Nacionales, cuya responsable técnica es la Dra. Marcela Gamboa. Por último, este grupo cuenta con un proyecto recientemente aprobado que lleva por título "Aislamiento y evaluación antiviral de los componentes presentes en *Diospyros anisandra Caesalpinnia yucatanensis*" siendo el responsable técnico la Dra. Rocío de Lourdes Borges Argaez otorgado dentro de la convocatoria de Investigación Científica Básica 2017-2018.

Biotecnología de microorganismos

Esta nueva línea de investigación cuenta con la participación de 7 investigadores cuyos proyectos se centran en obtener y caracterizar, utilizando diferentes herramientas Moleculares y Bioquímicas, macromoléculas que tengan una aplicación a nivel industrial. Actualmente cuenta con un proyecto vigente bajo el título "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*" siendo la responsable técnico la Dra. Virginia Aurora Herrera Valencia; que corresponde a la convocatoria de Investigación Científica Básica 2017-2018.

UNIDAD DE RECURSOS NATURALES

La Unidad de Recursos Naturales (URN) realiza estudios que contribuyen a la conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales de México, con especial énfasis en la península de Yucatán y Mesoamérica. La URN se dedica fundamentalmente 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 una plantilla académica integrada por 15 investigadores de base (uno de estos actualmente con licencia sin goce de sueldo) y una cátedra CONACYT; así como 2 ingenieros y 22 técnicos académicos (dos de ellos asignados al Banco de Germoplasma). Este personal está organizado en 4 líneas de investigación (Agrobiodiversidad para la Sustentabilidad Ecológica y Cultural, Sistemática y Florística, Servicios Ambientales de la Biodiversidad, Cambio Global en Ecosistemas Neotropicales), un herbario (Herbario CICY) y un Jardín Botánico (Jardín Botánico Regional Roger Orellana), Figura 11.

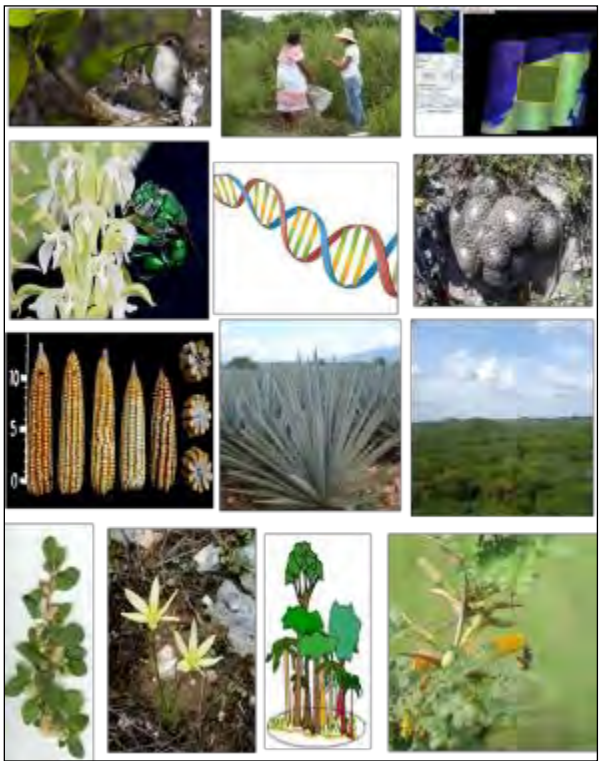


Figura 11. Imágenes representativas de las áreas en las que trabaja la unidad de recursos naturales

Los logros más significativos por cada Línea de Investigación fueron:

Agrobiodiversidad para la Sustentabilidad Ecológica y Cultural

Se consiguieron recursos económicos por aproximadamente 5 millones de pesos de FOMIX-Yucatán para realizar el proyecto "Conservación, Uso Sostenible, Incremento de la Capacidad Productiva y Revalorización de la Milpa Maya en Yucatán". En este megaproyecto, el responsable técnico es el Dr. Javier Mijangos, investigador perteneciente a la línea de Agrobiodiversidad, pero también participan el resto de los investigadores de la Línea: Jaime Martínez Castillo, Mariana Chávez Pesqueira y, originalmente, la Dra. Luz María Calvo (quien actualmente está de comisión sin goce de sueldo). Además, el Dr. Mijangos continuó en el 2019 siendo parte importante del comité organizador de la Feria de Semillas en la comunidad de Xoy, Yucatán.

Sistemática y Florística

Esta línea coordinó el 5to Encuentro Mexicano de Orquideología, cuyo organizador fue el Dr. Germán Carnevali, apoyado por la Dra. Ivón Ramírez y el Dr. Rodrigo Duno, además de todos sus técnicos y estudiantes de posgrado. En el tema de divulgación del conocimiento, los integrantes de la Línea continúan produciendo "*Desde el Herbario CICY*", emisión semanal que lleva publicando artículos durante 11 años de manera ininterrumpida, alcanzando actualmente la cifra de 470 artículos.

Servicios Ambientales de la Biodiversidad

En el marco de esta Línea se organizó el Segundo Congreso Mexicano de Fisiología, teniendo como organizadores principales a los doctores Alfonso Larqué y José Luis Andrade, y siendo la sede el salón de usos múltiples de nuestro Jardín Botánico. El Dr. Larqué también organizó el Primer Festival Regional del Ramón (*Brosimun alicastrum*): una alternativa para la producción sustentable de alimentos, también desarrollado en el salón de usos múltiples antes mencionado.

Cambio Global en Ecosistemas Neotropicales

La Dra. Casandra Reyes, integrante de esta Línea, fue co-organizadora del Segundo Congreso Mexicano de Fisiología. También, a invitación del CONACYT, integrantes de esta Línea (los doctores Casandra Reyes, Celene Espadas y Juan M. Dupuy), participaron activamente en las mesas de trabajo del grupo CONACYT Territorios Tren Maya, teniendo acercamiento con diversos medios de la prensa, asociaciones civiles y poder legislativo sobre este megaproyecto de desarrollo.

Jardín Botánico Regional Roger Orellana

Como parte de su labor social, la subdirectora del Jardín Botánico, la M. en C. Clarisa Jiménez, con el apoyo de la Biol. Lilia Carrillo, recibieron por primera vez al Club Teletón del CRIT Yucatán y a niños residentes del Centro de atención de niños desprotegidos del DIF Yucatán. También, como parte de las actividades de recreación y cultura, se llevó a cabo el 6to Encuentro Culinario. Un producto derivado de este tipo de encuentros fue una receta incorporada en el calendario-recetario llamado “Quelites de México 2020” publicado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Por último, nuestro Jardín Botánico fue sede de un curso internacional de certificación del National Association for Interpretation. Dentro de este curso, se certificó a la M. en C. Clarisa Jiménez en temas de Interpretación Ambiental.

UNIDAD DE MATERIALES

La Unidad de Materiales (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 12).

Esta unidad contó durante el 2019 con un total de 16 proyectos de investigación, de los cuales concluyeron 8 y actualmente solo 8 continúan vigentes, siendo 3 de ellos correspondientes al fideicomiso institucional. Además, durante el 2019 se sometieron 14 proyectos en la convocatoria de Ciencia de Frontera 2019, de los cuales 7 se solicitaron como responsables y 7 como corresponsables con otras instituciones, y de los cuales se espera su dictamen.

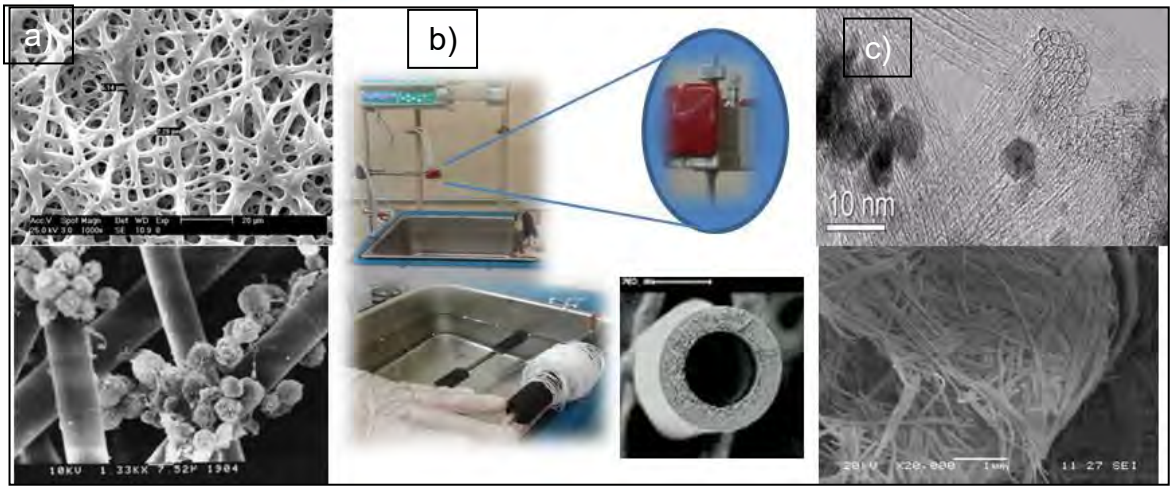


Figura 12.Andamios poliméricos (a), membranas poliméricas huecas (b) y nanoarcillas fibrosas (c).

Durante 2019 la vinculación académica de la Unidad, se reflejó en la participación de investigadores, tanto nacionales como extranjeros, como sinodales de exámenes de grado, en tutoriales de estudiantes del posgrado en materiales poliméricos y como profesores invitados. Además, dos investigadores de la Unidad concretaron colaboraciones con Universidades de Sudamérica (Chile y Argentina). Finalmente, se tuvieron cinco posdoctorantes, que enriquecieron académicamente las actividades sustantivas de la Unidad y de los cuales solo uno, se mantuvo para un segundo año. Tres de los profesores de la Unidad concluyeron su estancia sabática en Universidades del extranjero (York University en Canadá; Catholic University of America y en The University of Texas at Austin, ambas en los E.U.A.) y actualmente 2 profesores se encuentran realizando estancias sabáticas en el extranjero (Universidad de Concepción, Chile y Universidad de Youngstown, Ohio en los Estados Unidos de América) y uno más se encuentra en estancia sabática en México.

La difusión de la investigación realizada en la Unidad en el 2019 consistió en la participación de su personal en varios congresos internacionales incluyendo Materials Research Conference, el congreso MACH Conference (Annapolis, Maryland, EUA), Carbon 2019 Conference (Lexington, KY, EUA), 22nd International Conference on Composite Materials, ICCM-22 (Melbourne, Australia) y nacionales incluyendo el XXXII Congreso Nacional de la Sociedad Polimérica de México (Boca del Río, Veracruz), 3er. Congreso de la Asociación Mexicana del Carbono (AMEXCARB), San Luis Potosí, México, 13º Foro Estatal Interinstitucional de Bioética e Investigación en Salud en San Luis Potosí, México; entre otros congresos en donde se difundió la información científica generada en la Unidad. De igual manera, se participó en diferentes eventos de divulgación como entrevistas, mesas redondas, seminarios externos, entre otros eventos.

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

Materiales Compuestos y Nanomateriales

Esta línea de investigación cuenta con la participación de ocho investigadores. Contó en 2019 con 6 proyectos, de los cuales 2 concluyeron. Los proyectos que continúan son: FOSEC SEP, ”Desarrollo y aplicación de los nuevos modelos de mecánica de medio continuo para la investigación de materiales y estructuras en micro y nano escalas”, responsable Dr. Pedro Herrera; “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; finalmente, el proyecto “Integrated thermo-mechanical monitoring of composites using carbon nanotube yarns” a cargo del Dr. Francis Avilés Cetina, que es financiado por el US NAVY.

Igualmente, este grupo sometió 5 proyectos en la convocatoria de Fronteras de la Ciencia como responsables técnicos (“On the frontier of understanding the role of surface modification of graphene on the performance of biomaterials: an integral study to the design of next generation of bone cements”, “Controlled delivery study of natural and innocuous acaricides using hybrid microspheres structured with nanoclays to control the Varroa destructor plague of the Yucatan peninsula” y “Hybrid carbon-nanostructure materials for the developments of smart polymer composites”) y 2 como corresponsable de Proyecto (Study of the optical-thermal properties of solar selective absorbers based on multilayer composite coatings for the development of improved solar thermal receivers”, “Pristine Graphene-based 3D nanostructure biosensors”), y se espera el dictamen de los mismos.

Reciclado y Procesamiento de Materiales

La línea contó con un proyecto financiado durante 2019 “Aprovechamiento de polímeros de reciclo y residuos fibrosos para la producción de elementos de construcción”. Actualmente se esperan los resultados de la convocatoria de Ciencia de Frontera a la cual se sometieron dos proyectos: “Development and physicochemical characterization of starches isolated from nonconventional sources to improve the technological characteristics to be used as sustainable biopolymers in the manufacture of biodegradable composite materials” y “Microwave-assisted functionalization of activated biocarbons obtained from coconut green fruits and evaluation of their use in polymer materials: analysis of their effect as additives in plastic films, and their use in materials for generation and storage of energy”.

Materiales para Medicina Regenerativa

Esta línea de investigación cuenta con la participación de cuatro investigadores y durante 2019 tuvo 4 proyectos financiados, de los cuales 2 terminaron. El proyecto correspondiente a la convocatoria de Investigación Científica Básica que continúa 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. Adicionalmente, se mantiene el proyecto de fideicomiso interno “Desarrollo de actividades vinculadas a los proyectos de investigación del grupo de

biomateriales de la UMAT-CICY para contribuir a incrementar los indicadores del Centro", también a cargo del Dr. Cervantes Uc.

Se participó en diversas convocatorias, incluyendo el Grupo de Trabajo México-Quebec y el proyecto fue aprobado en Canadá, pero en México no se dieron los recursos. Actualmente se está a la espera de los resultados de Fronteras de la Ciencia donde se sometieron 5 propuestas: dos como responsable técnico "Microplastics in water: a multidisciplinary approach on their distribution, characteristics and potential threats for human health in the Yucatan aquifer" y "Energy study of the interaction between polycaprolactone and fibroblasts" y otras tres propuestas como corresponsables ("Steviosides encapsulated in pectins and low-calorie oligosaccharides as regulators of glucose levels in mice and prebiotic activity in probiotic microorganisms", "Synthesis and characterization of selected hydrogels in interpenetrated networks of collagen/polyurethane-polysaccharides for applications in tissue engineering" y "Infiltrating Lymphocytes Of Solid Tumors: New Approaches In Cervicouterine Cancer").

Materiales para Aplicaciones Especializadas

En esta línea de investigación se cuenta con la participación de tres investigadores y durante el 2019 tuvo 4 proyectos financiados, de los cuales tres concluyeron. El proyecto que continua es: "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. Se sometieron 2 proyectos en la convocatoria de Fronteras de la Ciencia 2019, como corresponsables técnicos ("Novel Processable and Functionalized Polyimides and Polybenzimidazoles with high free volume" y "Strategies for the synthesis of "camote del cerro" starch nanocrystals as carriers of functional peptides obtained from the seed protein of chan (Hyptis suaveolens L.) and evaluation of its cytotoxic potential in tumor lines of breast and colon cancer") y se está a la espera de los dictámenes correspondientes.

UNIDAD DE CIENCIAS DEL AGUA

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. Nuestro trabajo se orienta al cumplimiento de las funciones sustantivas del CICY en las que se incluyen la investigación, la docencia, la transferencia de tecnología y el impacto social de los productos generados (Figura 13).



Figura 13. Actividades representativas del trabajo realizado en las líneas de investigación de la UCIA

Proyectos

En lo que corresponde a proyectos de investigación la Unidad tuvo cuatro proyectos en ejecución durante el 2019. Los cuatro proyectos estuvieron asociados a las tres líneas investigación y se distribuyeron de la siguiente manera: Un proyecto 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 (finaliza en 2022), dos proyectos en la línea de Ecología y Dinámica de Ecosistemas Acuáticos en la convocatoria CONACYT -Texas A&M University (Research Grant Program Request) (finaliza en 2020) y en la convocatoria PROREST de CONANP (finalizado en 2019), y un proyecto en la línea de Calidad y Uso Sostenible del agua en la convocatoria CONACYT-Ciencia Básica (finaliza en 2021).

Vinculación y divulgación de ciencia

En cuanto a la vinculación social y la divulgación de la ciencia los investigadores y el personal técnico académico participaron durante el 2019 en diferentes actividades como se detalla a continuación. Se participó por sexta 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 se colaboró con el Planetario *Ka´Yok´* de Cancún y se dio atención a 119 niños y 72 padres de familia a lo largo de seis meses de trabajo. La Unidad también participó en la organización del 1er 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 diferentes instituciones locales y regionales de Quintana Roo, por ejemplo, se impartieron actividades y conferencias dirigidas al público en general dentro del marco de la celebración del Día

Mundial del Agua en las instalaciones del Planetario *Ka´Yok´* de Cancún. Además, se participó en las jornadas para la inserción laboral dirigidas a jóvenes de la Universidad del Caribe, como parte de las actividades del Día Mundial del Medio Ambiente.

Como parte importante de la vinculación de la Unidad con instituciones estatales, durante el mes de marzo se firmó el convenio general de colaboración académica, científica y tecnológica con la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) del estado de Quintana Roo, que tiene como objeto sentar las bases de colaboración para organizar y desarrollar actividades y proyectos que fomenten la conservación y el uso sostenible del recurso hídrico. Además, se firmó el convenio entre varias instituciones académicas y educativas del Estado de Quintana Roo y la CONAGUA, en donde se tiene como objetivo contribuir en la gestión integrada de los recursos hídricos que incidan en la protección y conservación de los humedales del estado de Quintana Roo, mediante el impulso de ejecución de acciones contenidas en el programa de gestión del Grupo Especializado de Trabajo en Humedales (GETHUM).

Por otra parte, personal de la Unidad es representante del CICY en diferentes comités y grupos especializados de trabajo como: Educación y Cultura del Agua, Saneamiento, Cambio Climático y Humedales, y en el Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán CCPY. Los miembros del personal también participan 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 participan activamente en el Comité Técnico Asesor (CTA) de Sargazo y han contribuido a generar documentos como el PLANSARG y los lineamientos para la recolección, manejo y disposición final de sargazo en la entidad.

Como parte del compromiso de generar investigación, formar capital humano de calidad, transferir el conocimiento, vincularse con la sociedad y divulgar la ciencia, la Unidad colabora con instancias públicas y privadas en el desarrollo de proyectos que mejoren las condiciones de vida de la sociedad: la Dra. Rosa María Leal Bautista investigadora de la Unidad de Ciencias del Agua, brindó asesoría a dos alumnos de secundaria del colegio Modern Academy Cancún en el proyecto “Life Powder. Polvo purificador de agua” quienes ganaron el Premio Nacional Juvenil de Agua 2019 y representarán a México ante 30 países en el Stockholm Junior Water Prize en Estocolmo, Suecia. En este sentido y con el fin de fomentar las vocaciones científicas de jóvenes alumnas, la Dra. Cecilia Hernández Zepeda participa desde enero de 2019 como Mentora de la Red del Programa Niñas STEM Pueden, Quintana Roo, el cual está encabezado por la Secretaría de Educación de Quintana Roo.

Se participó también, en el “Encuentro binacional: Intercambio de experiencias de calidad del agua en Lago Petén Itzá, Guatemala y en Bacalar, Quintana Roo; en el desarrollo de las estrategias de monitoreo para la Laguna de Bacalar y sentar las bases para la segunda etapa del encuentro que dará lugar al Primer foro: “Compartiendo conocimiento: hacia el Manejo Efectivo de la Laguna Bacalar”, en donde se generará la plataforma de diálogo, la compilación de investigaciones referentes a la problemática ambiental de la laguna Bacalar y el primer pliego petitorio para alcanzar el manejo integral de la Laguna.

Ecología y Dinámica de Ecosistemas Acuáticos

Esta línea de investigación cuenta con la participación de cuatro investigadores, dos titulares, uno asociado y un investigador de la modalidad Cátedra CONACYT. Para el año 2019 se reportaron dos proyectos; uno 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", siendo la responsable técnico la Dra. Cecilia Hernández Zepeda y otro de la convocatoria PROREST de la CONANP, titulado "Conservación de las poblaciones de herbívoros clave en el arrecife coralino asociado al género acropora y su relación ecosistémica con la cobertura de macroalgas en la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano" siendo el responsable técnico el Dr. José Adán Caballero Vázquez (corresponsable el Dr. Acosta de la línea de Hidrogeología en sistemas cársticos).

Hidrogeología en sistemas cársticos

La línea de investigación tiene un investigador asociado y dos investigadores de la modalidad Cátedra CONACYT. En el año 2019 se reportó un proyecto de la convocatoria NIU-REU Grant titulado "Water Quality in the Yucatan Peninsula" siendo la responsable técnico la Dra. Rosa María Leal Bautista. El proyecto y su convenio se extendió hasta el 2022.

Calidad y uso sostenible del Agua

Esta línea de investigación cuenta con dos investigadores de la modalidad Cátedra CONACYT. En el año 2019 se reportó un proyecto de la convocatoria CONACYT-Ciencia Básica titulado "Línea de Agua Meteórica de la Península de Yucatán" como responsable técnico el Dr. Eduardo Cejudo Espinosa.

UNIDAD DE ENERGÍA RENOVABLE

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. (Figura 14).

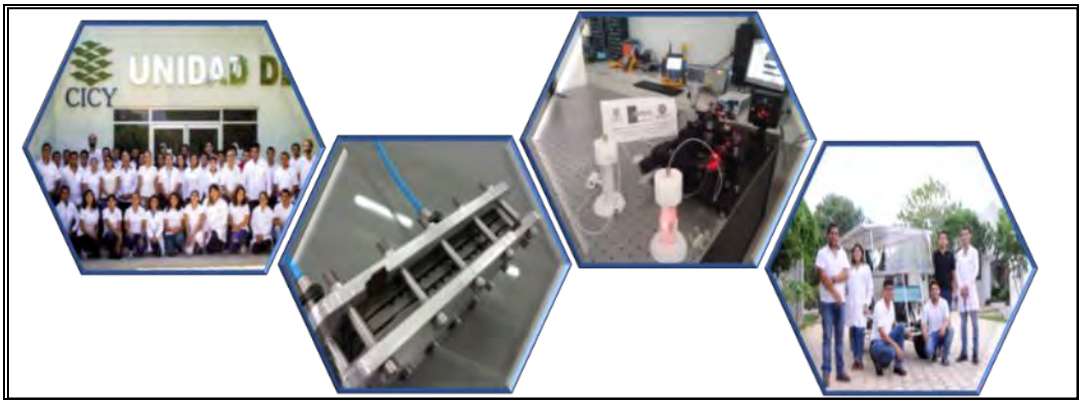


Figura 14.Imágenes representativas de los temas de Investigación de la UER

En lo que corresponde al año 2019, la Unidad de Energía Renovable tuvo en ejecución nueve proyectos. Además, se sometieron nueve propuestas a la convocatoria de Ciencia de Frontera y una a la convocatoria Newton Fund.

En cuanto a la vinculación académica y social se contó con investigadores de otras instituciones, tanto nacionales como extranjeras, para participar como jurado en los exámenes de grado o pre-doctorales de los estudiantes de posgrado en Ciencias en Energía Renovable del CICY.

En cuanto a difusión y divulgación, los miembros de la UER participaron en 24 congresos, 8 conferencias, 12 artículos y otras actividades (radio, medios escritos y mesas panel), en donde se difundió la información científica generada en la Unidad. Adicionalmente, la UER atendió visitas escolares de la Universidad Católica de Honduras, Anáhuac Mayab, Instituto Tecnológico de Villahermosa, Universidad UTR del Sur.

En cuanto al trabajo de las líneas de investigación se tuvo lo siguiente:

Tecnologías electroquímicas para energía

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.

"Desarrollo e implementación de celdas de combustible milimétricas para aplicaciones portátiles en caso de desastre natural", CONACYT-Problemas Nacionales. Responsable técnico: Dra. Beatriz Escobar Morales

"Escalamiento de la Infraestructura científica para el fortalecimiento de la investigación en energía renovable en el Parque Científico de Yucatán (PCTY)", CONACYT - Apoyo al fortalecimiento y desarrollo de la infraestructura científica. Responsable técnico: Dra. Beatriz Escobar Morales-

Esta línea sometió tres proyectos, dos a la convocatoria de Ciencia de Frontera y uno a la convocatoria de infraestructura científica.

Bioenergía

Esta línea de investigación cuenta con la participación de 5 investigadores. Durante este período continuaron vigentes los siguientes proyectos:

- SENER CEMIE-BIO-Cluster de Bioturbosina. Responsable técnico: Dr. Juan Carlos Chavarría.
- SENER CEMIE-BIO-Cluster de biocombustibles gaseosos. Responsable técnico: Dra. Liliana Alzate Gaviria.
- Licenciamiento a empresa ROTOPLAS. Responsable técnico: Dra. Liliana Alzate Gaviria.

Esta línea sometió tres proyectos, dos a la convocatoria Ciencia de Frontera y uno a la convocatoria de infraestructura científica.

Sistemas Híbridos de Energía

En esta línea de Investigación se cuenta con la participación de 3 investigadores del programa de Cátedras de CONACYT con los siguientes proyectos:

"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". CONACYT-Problemas nacionales. Dr. Víctor Ramírez Rivera.
Esta línea sometió tres proyectos a la convocatoria Ciencia de Frontera.

DIRECCIÓN DE DOCENCIA

La Dirección de Docencia (DD) alcanzó logros importantes durante el año 2019. En el mes de abril celebramos los 25 años de la creación de nuestro posgrado en Ciencias Biológicas; se realizó una ceremonia para hacer un recuento de todos los aciertos y mejoras por venir. También, durante el mes de mayo se publicó en las redes sociales el video promocional número 22 de nuestros posgrados; estos videos fueron difundidos con el fin de captar nuevos estudiantes, tanto de la región como de otras áreas geográficas. Es importante destacar que las solicitudes de estudiantes extranjeros para ingresar a nuestros posgrados han aumentado, lo cual es un logro importante en cuanto al posicionamiento internacional que el CICY está teniendo en los últimos años.

El Centro cuenta con ocho programas de posgrado, siete de los cuales están en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC): maestría y doctorado tradicional 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 la maestría en Ciencias del Agua. En el primer semestre del año se evaluó el programa de Doctorado en Materiales Poliméricos, el cual ratificó su condición de programa consolidado con vigencia hasta el 2023, lo que significa un reconocimiento más hacia nuestra excelencia académica. En el segundo semestre es realizó el pre-registro para la evaluación de la Maestría en Ciencias (Ciencias Biológicas) solicitando el cambio de nivel a competencia internacional para el 2020. En resumen, actualmente uno de nuestros programas tiene el nivel de competencia internacional, cuatro están en el nivel de consolidado y dos en desarrollo.

Durante el año 2019, 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 60 meses para el doctorado y 29 meses para las maestrías, lo que demuestra que para este indicador nuestros programas se encuentran dentro de los parámetros del PNPC para nivel de competencia internacional.

En el Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE), durante el año de 2019 se atendieron a 434 estudiantes de pregrado, de los cuales 59 se graduaron de licenciatura (41 con tesis y 18 con memorias de residencia) en las diferentes áreas sustantivas de la institución. Además, nuestros profesores fueron codirectores de 8 tesis de maestría y 7 de doctorado, de alumnos de programas de posgrado externos al CICY quienes son registrados en SAE, de los cuales, durante el 2019, 1 obtuvo grado de doctorado y 4 obtuvieron el grado de maestría.

Finalmente, durante el 2019 el Programa de Educación Continua se mantuvo como fuente de generación de recursos propios, logrando recaudar $428,671.32 pesos. El programa atendió a 150 profesionistas en sus necesidades de capacitación y actualización. Además, este programa funcionó como una opción para la capacitación del personal interno, generando ahorros institucionales por un monto de $93,728 pesos.

En resumen, durante el año 2019, se atendieron un total de 935 alumnos, de los cuales 351 fueron de los Programas de Posgrado del Centro, 434 del SAE y 150 del Programa de Educación Continua (Tabla 5).

Tabla 5. Histórico Formación de Recursos Humanos 2016-2019

Año	Posgrado CICY (Alumnos)	Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) (Alumnos)	Educación Continua	Total
2016	318	560	321	1199
2017	330	428	270	1028
2018	333	455	429	1,217
2019	**351**	**434**	**150**	**935**

PROGRAMA DE POSGRADO

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 sus tareas de investigación y desarrollo tecnológico.

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 innovadores y pertinentes, encaminados a resolver los problemas de la sociedad y a la construcción de un desarrollo sustentable.

MATRÍCULA

Durante el año 2019, la matrícula de posgrado en los ocho programas del Centro alcanzó una cifra de 351 estudiantes, 196 de estudiantes de maestría y 155 estudiantes de doctorado (Tablas 6 y 7). De ellos, el 43% son mujeres y el 57% son hombres. Al cierre del año 2019, se encuentran activos un total de 264 alumnos de posgrado, incluyendo a los de nuevo ingreso.

Tabla 6. Histórico de la Matrícula en los Programas de Posgrado 2016-2019

Año	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total	Maestría	Doctorado	Total
2016	148	71	66	23	318	175	143	318
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**

Los programas de maestría han presentado tendencias positivas en los últimos años. Al inicio, en 1996, el programa de maestría institucional solo incluía la Maestría en Ciencias y Biotecnología de Plantas. Durante los siguientes cinco años se mantuvo un valor estable de cinco ingresos anuales en promedio. Esta tendencia fue aumentando con el tiempo, así como la evolución de los programas, por ejemplo, durante el segundo quinquenio, se contó con un aumento a una cifra de 17 ingresos por año, en promedio, resultado del inicio de la Maestría en Ciencias en Materiales Poliméricos en el 2001. En el periodo del 2006 al 2011 se registró otro incremento, alcanzando un promedio de 40 alumnos por año.

Tabla 7. Matrícula en los Programas de Posgrado 2019

Posgrado	Activos	Graduados	Nuevo Ingreso 2019	Bajas Temporales	Bajas Definitivas	Total Atendidos
Doctorado tradicional y Doctorado directo en Ciencias Biológicas	62	12	22	-	5	101
Maestría en Ciencias Biológicas	42	26	28	-	1	97
Doctorado en Materiales Poliméricos	20	7	4	-	1	32
Maestría en Materiales Poliméricos	13	4	14	-	1	32
Doctorado en Energía Renovable	13	7	1	-	1	22
Maestría en Energía Renovable	23	6	12	-	3	44
Maestría en Ciencias del Agua	4	12	6	-	1	23
Total	**177**	**74**	**87**	**-**	**13**	**351**

Recientemente se observan variaciones en la tendencia al incremento de la matrícula observada en periodos previos, 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 de maestría. Sin embargo, durante el 2019 se observa nuevamente una tendencia positiva con relación a 2018 ya que la matrícula de estudiantes registró un aumento de hasta 60 estudiantes de maestría (Figura 15).

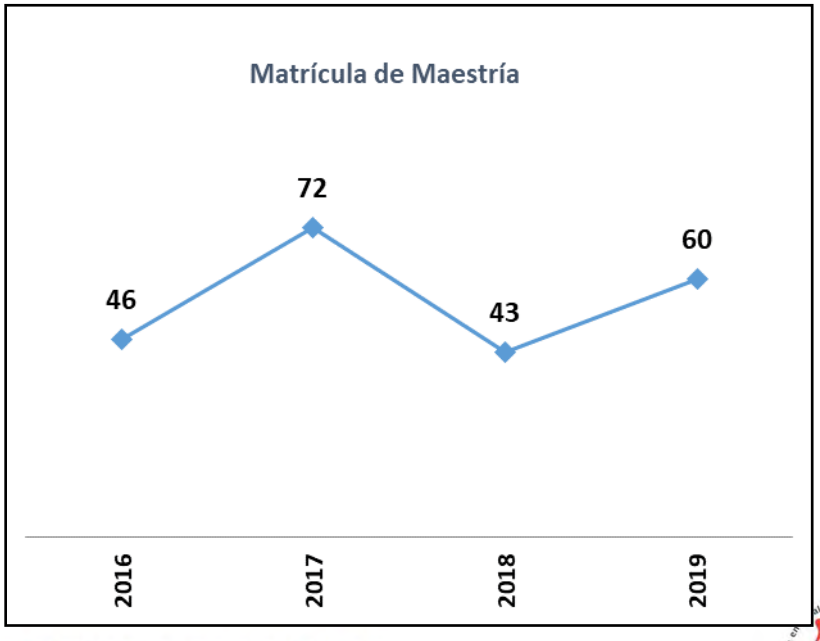


Figura 15. Matrícula en maestría del CICY 2016-2019

Por su parte, el programa doctoral iniciado en 1993 registró un ingreso promedio anual de ocho estudiantes durante los primeros diez años. No obstante, entre el 2004-2010, este valor aumentó a un promedio anual de 20 estudiantes matriculados. Esta tendencia se ha mantenido del 2011 al 2017, alcanzando un valor de 28 estudiantes en promedio anual. Recientemente en el periodo 2017-2019 se ha visto una variación en la matrícula obteniéndose un promedio anual en el periodo de 27 estudiantes. La Figura 16 se presenta el histórico de la matrícula de doctorado.

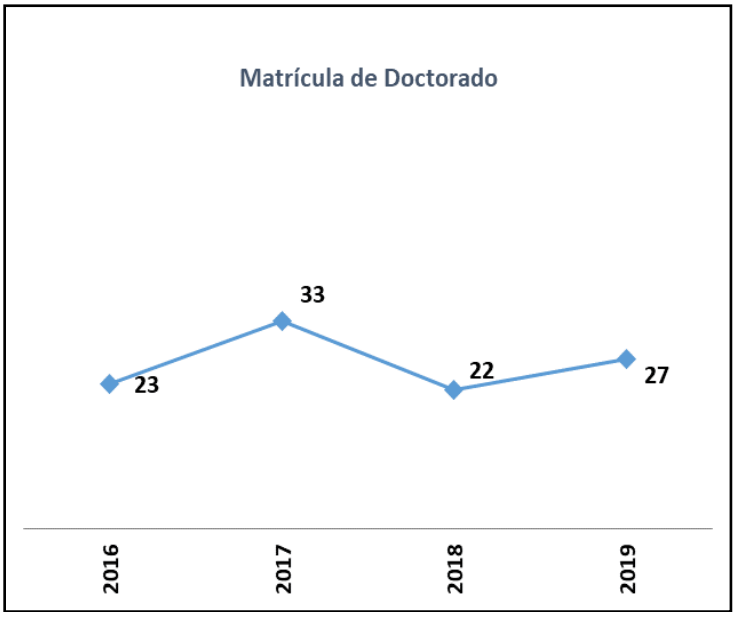


Figura 16. Histórico de la matrícula en doctorado del CICY.

Un comité tutorial evalúa los avances de los alumnos mediante reuniones semestrales; durante el primer semestre escolar del año 2019 se llevaron a cabo 152 exámenes tutoriales, de los cuales 73 fueron presenciales y 79 se realizaron a distancia por medios electrónicos (videoconferencia o video llamada). Asimismo, se realizaron 17 exámenes pre-doctorales, de los cuales ocho fueron presenciales y nueve realizados por medios electrónicos. Para el segundo semestre del año escolar se programaron 143 exámenes tutoriales de los cuales 74 fueron presenciales y 69 a distancia y en enero del 2020 se realizaron 19 exámenes pre-doctorales.

GRADUADOS

Durante el año 2019, se graduaron 74 alumnos, 48 de maestría y 26 de doctorado (Tabla 8). Los 74 exámenes de grado se realizaron de forma presencial.

Tabla 8. Graduados CICY 2010-2018

Año	Maestría	Doctorado	Total
2016	49	18	67
2017	50	21	71
2018	41	21	62
2019	**48**	**26**	**74**

En 1996 inició el Programa de Maestría en Ciencias y Biotecnología de Plantas en el CICY, y su primer graduado fue en el 2000. 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 debido a que obtuvieron el grado 49 alumnos 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. Es importante resaltar que para el 2019 se vuelve a observar una tendencia positiva con un total de 48 alumnos graduados (Figura 17).

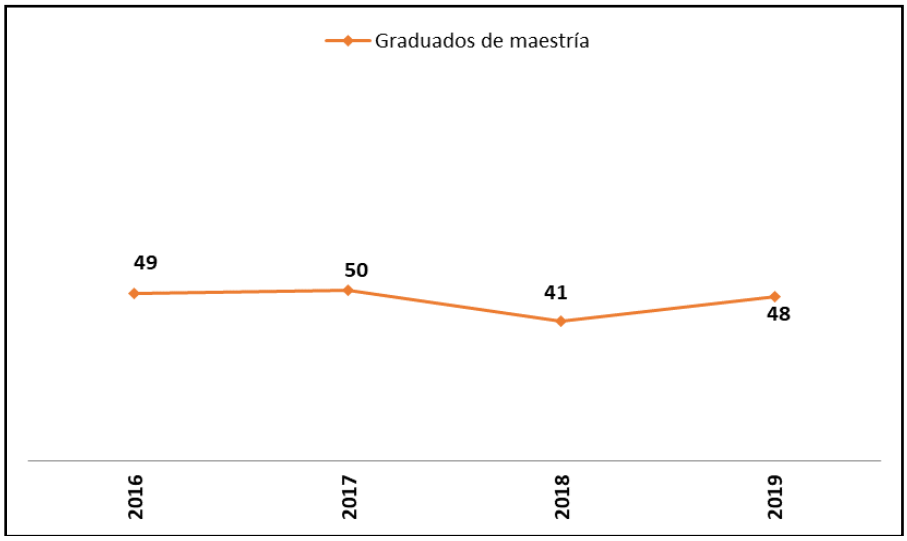


Figura 17. Egresados en maestría del CICY (2016-2019).

El programa en Ciencias y Biotecnología de Plantas, antecedente del Programa en Ciencias Biológicas, graduó su primer doctor en 1998. A partir de entonces, y hasta 2002 se graduaron dentro de todos los programas 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. Durante el año 2019 la tendencia fue positiva ya que se graduaron un total de 26 alumnos (Figura 18).

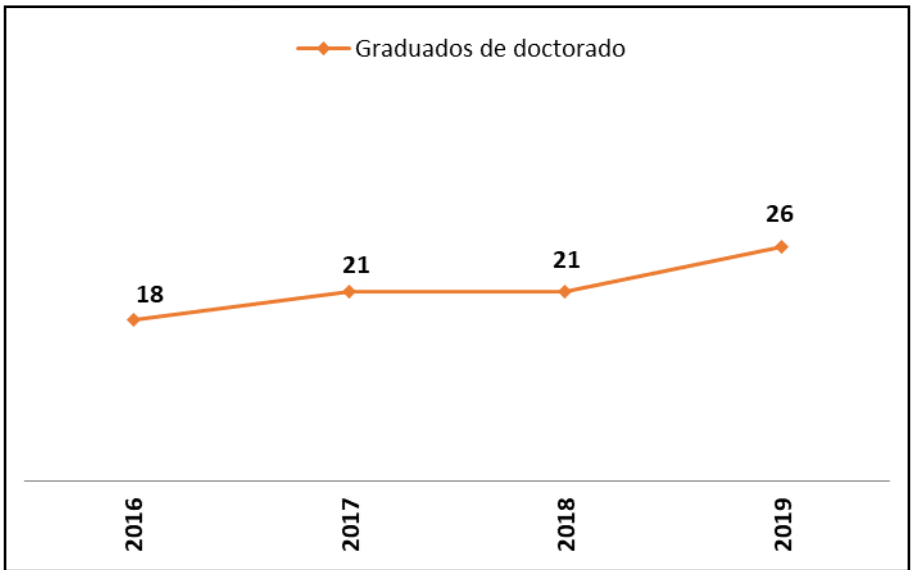


Figura 18. Egresados en doctorado del CICY (2016-2019).

PARTICIPACIÓN EN DOCENCIA

Los programas de posgrado son escolarizados e incluyen cursos formales dictados por los profesores adscritos, así como con la participación de profesores invitados de otras instituciones (Posgrado en Ciencias Biológicas 20, Posgrado en Materiales Poliméricos 8, Posgrado en Energía Renovable 3, Posgrado en Ciencias del Agua 3). Durante el año 2019 se impartieron 71 cursos en los diferentes programas. De ellos, 22 corresponden a la maestría y doctorado en Ciencias Biológicas, 19 a Materiales Poliméricos, 20 a Energía Renovable y 10 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.

La participación de los investigadores en las actividades docentes, impartiendo cursos, como directores de tesis o tutores, así como en los Consejos Académicos de Profesores de los programas de posgrado es de un 98%. Además, la participación de los investigadores como directores de tesis en el programa es muy alta, alcanzando un valor de 95% (85/89); con un promedio de tres estudiantes por investigador. Considerando el total de 264 estudiantes vigentes durante el año 2019, los 86 directores de tesis asesoran en promedio a 3 estudiantes. Este valor se divide en 142 estudiantes de maestría (54%, con un promedio de 1.65 estudiantes/director) y 122 estudiantes de doctorado (46%. con un promedio de 1.42 estudiantes/director).

SEGUIMIENTO DE EGRESADOS

En cuanto al seguimiento de egresados de los diferentes programas institucionales, 40 de los 74 graduados en el año 2019 cuentan con un empleo (54%): 22 en actividades de docencia e investigación en el sector público, 13 en estudios doctorales, 3 prestando servicios en empresas del Sector Privado, 2 en actividades profesionales propias. La información actual muestra que 34 graduados en 2019 se encuentran desempleados (46%) por lo que se espera que consigan empleo en el corto plazo y, por tanto, este porcentaje cambie.

De manera histórica, se han graduado un total de 873 estudiantes en los programas del Centro; 596 de maestría (68%) y 277 de doctorado (32%). Alrededor del 88% de los egresados (762) se encuentran ocupados, y de éstos, cerca del 69% se encuentra laborando en actividades de docencia y/o investigación, además, alrededor del 20% realiza estudios doctorales o posdoctorales, y el 11% restante se encuentra en los sectores privado (5%), público (4%) y prestando servicios independientes como asesores (2%).

PROCESO DE ADMISIÓN

Por noveno año consecutivo, y durante dieciocho procesos de admisión (dos por año), los aspirantes al posgrado realizaron su registro en línea lo que ha facilitado los trámites tanto para estudiantes nacionales como extranjeros. En estos procesos se han atendido a un total de 1258 aspirantes distribuidos en los diferentes programas de los que 56 solicitudes corresponden a estudiantes extranjeros (Tabla 9). Asimismo, en el 2015 se implementó el proceso de admisión en línea, el cual ha otorgado facilidades a los aspirantes que radican en el interior del país y en el extranjero.

Tabla 9. Registro de aspirantes en línea (2016-2019)

Semestre	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total
2016-I	40	14	4	18	76
2016-II	38	12	32	-	82
2017-I	57	11	5	23	96
2017-II	23	11	21	-	55
2018-I	20	4	2	5	31
2018-II	52	14	21	-	87
2019-I	43	13	4	9	69
2019-II	33	12	3	7	55
Total	**742**	**213**	**206**	**97**	**1258**

EL SERVICIO DE ASUNTOS DE ESTUDIANTES (SAE)

El SAE atendió en total a 434 estudiantes durante 2019: 67 en entrenamiento, 57 de servicio social, 112 de prácticas profesionales y 175 tesistas de licenciatura. Además, se atendieron estudiantes de posgrados externos al CICY (8 de maestría y 7 de doctorado) y 5 estudiantes provenientes del programa Verano Científico de la Academia Mexicana de Ciencias y 3 estancias de investigación. En total se

registraron 517 movimientos, ya que 83 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. Durante el año de 2019 se graduaron 64 estudiantes, de los cuales 59 son de licenciatura, 4 de maestría externa y 1 graduado de doctorado (**¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**).

Tabla 10. Estudiantes graduados de programas externos 2016- 2019.

Año	Licenciatura	Maestría	Doctorado	TOTAL
2016	65	3	4	72
2017	62	5	3	70
2018	**32**	**4**	**1**	**37**
2019	**55**	**4**	**1**	**60**

LICENCIATURA

Históricamente, desde 1983 y hasta el 2019, se han graduado en total 1,342 estudiantes de licenciatura, arrojando un promedio anual cercano a 35. Algunas de las instituciones de las que provienen estos estudiantes son: el Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán (8), el Instituto Tecnológico de Mérida (58), el Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche (12), el Instituto Tecnológico de Minatitlán (2), las diferentes facultades de la UADY (71), Universidad de Guanajuato (2) y la Universidad de Quintana Roo (9) y Otras instituciones (272). El histórico (2005-2019) de estudiantes graduados de licenciatura externa se observa en la Figura 19.

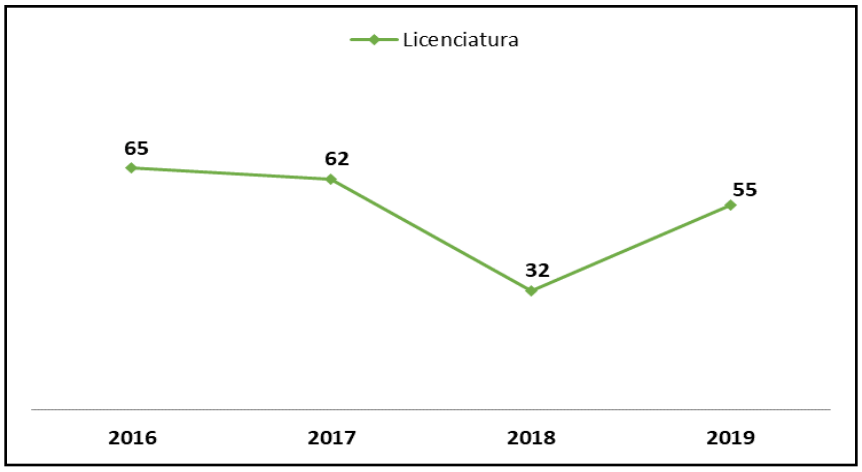


Figura 19. Estudiantes egresados de Licenciatura de diferentes instituciones (2016-2019).

POSGRADO EXTERNO

Aun cuando en los primeros años del Centro no se contaba con un programa de maestría propio, estudiantes de diferentes instituciones realizaron el trabajo experimental de sus tesis en los laboratorios del Centro para obtener su posgrado. De este modo, en 1982 el primer estudiante de maestría externo en el CICY obtuvo el grado.

A finales de los 80's y principios de los 90's, el CICY colaboró con el Instituto Tecnológico de Mérida en el Programa de Maestría en Procesos Biotecnológicos, donde el CICY impartía la opción de Procesos Vegetales. En este programa obtuvieron el grado de maestría 25 estudiantes. De 1982 hasta 2019 se han graduado en promedio dos estudiantes de maestría externa. En el 2019, se graduaron 4 maestros y 1 doctor resultado de codirecciones de tesis de profesores del CICY que participan en posgrados externos a la institución.

Algunos programas de donde provienen estos alumnos son el Doctorado en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología del Instituto Tecnológico de Mérida, la Maestría en Odontología Infantil de la Universidad Autónoma de Yucatán, la Maestría en Ingeniería de Materiales y Energía de la Universidad Autónoma del Carmen, la Maestría en Ingeniería Química de la Universidad de Guanajuato y la Maestría en Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

PROGRAMA DE EDUCACIÓN CONTINUA (PEC)

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 periodo de enero a diciembre de 2019 se impartieron 38 cursos por las áreas de Metrología, GEMBIO, UBT, Instrumentación, Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) y Gestión Tecnológica; algunos de ellos como parte de diplomados. Los cursos impartidos tuvieron una afluencia de 150 alumnos y se captaron recursos propios por $ 428,671.32. Cabe hacer mención que, adicionalmente, durante este periodo se generaron ahorros institucionales por un monto de $ 93,728.00, derivado de la asignación de 30 becas al personal y estudiantes del Centro y de otras instituciones que asistieron a algunos cursos ofrecidos en el 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 se realizan. Las Tablas 11 y 12 presentan los cursos, alumnos, ingresos, número de becas y ahorros obtenidos por área en el período 2019.

Tabla 11. Resumen numeral de información de educación continua.

Área	Cursos	Alumnos	Ingresos	No. Becas	Ahorros
Metrología	9	42	248,704	3	19,488
GeMBio	5	33	91,600	0	0
Instrumentación	1	10	15,372.32	0	0
UBT	1	33	35,235	26	67,860
MEB	1	2	12,760	1	6,380
Gestión Tec	1	30	25,000	0	0
TOTAL	**18**	**150**	**$ 428,671.32**	**30**	**$ 93,728**

Tabla 12. Datos históricos del Programa de Educación Continua.

Año	2016	2017	2018	2019
Cursos	41	35	38	13
Alumnos	321	270	429	118
Ingresos	$824,074.29	$759,975.42	$826,674.4	$428,671

DIRECCIÓN DE GESTIÓN TECNOLÓGICA

Como parte del compromiso institucional de atender las demandas de los sectores productivos, es necesario establecer mecanismos y promover herramientas que faciliten la interacción entre los usuarios externos y quienes poseen el conocimiento y desarrollan proyectos científicos y tecnológicos con.

La adopción por parte de los usuarios de las tecnologías desarrolladas en el CICY brinda grandes oportunidades para incrementar la productividad y la competitividad, no sólo de las empresas y el sector social, sino a nivel nacional frente a una economía globalizada.

La innovación es un proceso que no sólo requiere conocimientos científicos, sino también de apoyo para su transferencia a los sectores productivos. La Dirección de Gestión Tecnológica (DGT) contribuye al desarrollo tecnológico, social y económico del país, mediante la promoción de la transferencia de conocimiento y tecnologías innovadoras generadas en el CICY, por lo que colabora con los grupos de investigación, brindándoles herramientas que faciliten la transferencia de sus resultados hacia los sectores productivo y sociales, cuidando el medio ambiente.

Parte esencial del trabajo es brindar un canal de comunicación entre los sectores demandantes y las Unidades de Investigación, que promueva una mayor interacción y facilite desarrollar nuevas soluciones encaminadas a las demandas específicas de la sociedad.

La función de la DGT consiste en la gestión integral para la transferencia de proyectos tecnológicos al sector productivo y favorecer el impacto regional. Para lograr esta función el CICY cuenta con el liderazgo científico, tecnológico necesario para vincular el conocimiento generado y contribuir de forma sostenible al desarrollo de la región. La DGT proporciona acompañamiento administrativo, legal y especializado para: la evaluación del estado de madurez de los desarrollos tecnológicos; la evaluación de su impacto social y potencial comercial; su protección mediante figuras de propiedad intelectual; y la conducción del proceso de transferencia de tecnología.

La DGT está conformada por la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) y las Unidades de Vinculación Social, como se presenta en el organigrama de la Figura 20. 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 Unidades de Vinculación Social (UVS) son: el Laboratorio de Metrología, el Organismo Verificador de Gases de Efecto Invernadero (OVGEI), el Laboratorio GeMBio, la Biofábrica y la Unidad Productora de Semillas (UPS).

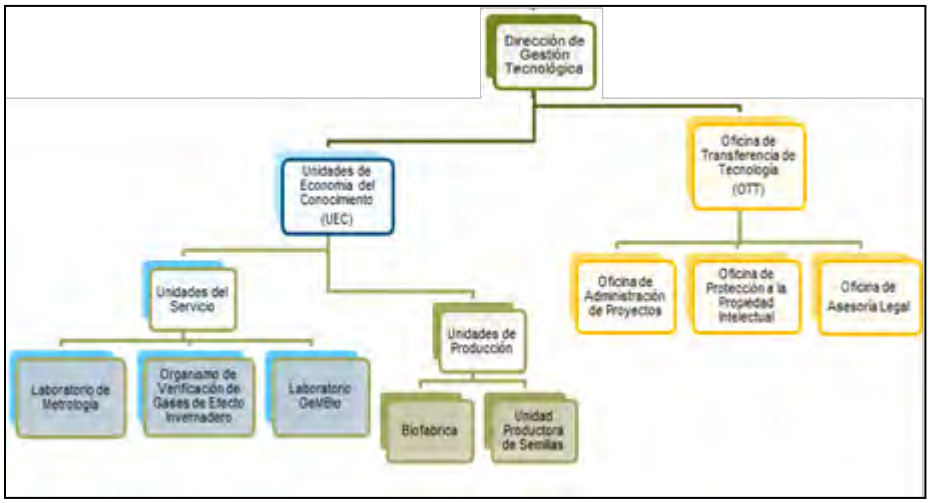


Figura 20.Organigrama de la Dirección de Gestión Tecnológica del CICY

A continuación, se describen los tres principales logros de esta Dirección en 2019, los cuales son seleccionados por el nivel de impacto que tienen no sólo en la institución, y en sus equipos de investigación, sino en la maduración de los servicios que otorga la DGT con miras a la consolidación de los esquemas de Transferencia Tecnológica a los sectores social y productivo.

1. **Licenciamiento de la Tecnología Aquox®.** El logro más relevante de la Dirección de Gestión Tecnológica para el año 2019, fue concretar el licenciamiento de la Tecnología Aquox® por parte de la empresa Grupo Rotoplas. El grupo negociador, formado por la DGT y el equipo técnico de la UER, ha realizado varias labores en los últimos años para lograr la transferencia de esta tecnología, que incluye el licenciamiento de nueve activos de propiedad industrial: tres patentes mexicanas, así como los títulos de registro de la marca Aquox® y el aviso comercial "Cada gota cuenta". En esta primera etapa el licenciamiento se realizará en el territorio de la Península de Yucatán; sin embargo, de forma paralela se realizarán pruebas en clima templado para satisfacer los requerimientos y ampliar el territorio licenciado a todo el Continente Americano. Los instrumentos jurídicos que amparan el licenciamiento y las etapas de prueba fueron firmados el 19 de noviembre, actualmente el grupo negociador trabaja en la transferencia del paquete tecnológico. Además, la Oficina para la Protección de la Propiedad Intelectual continúa trabajando en la gestión de las patentes en el extranjero que permitirán ampliar el licenciamiento al resto del continente.
2. **Sensibilización de los equipos de investigación de las Unidades del CICY para dirigir los proyectos hacia un enfoque de comercialización tecnológica para satisfacer las necesidades de la sociedad.** A través de la continuidad del programa del Nodo Binacional de Innovación del Sureste (NoBI Sureste), el cual es coordinado por la DGT y atiende a 23 equipos de las diez

instituciones asociadas al Nodo, se incidió en la capacitación y mentoría de 6 equipos de investigación del CICY correspondientes a la Cohorte 2018. Para tal fin se diseñaron diversas actividades realizadas en el primer semestre de 2019 que incluyen: reuniones de trabajo para definir la ruta de maduración de las tecnologías, identificando acciones prioritarias que permitan elevar el nivel de TRL de los desarrollos, tales como: identificación del producto mínimo viable, gestión de la propiedad intelectual, pruebas de concepto, prototipado, modelación financiera, entre otras. Además, con el objetivo de verificar la pertinencia de la ruta diseñada, los proyectos se confrontaron al análisis de expertos nacionales e internacionales, quienes hicieron recomendaciones puntuales para afinar las estrategias y el modelo de negocios. Finalmente, los equipos accedieron a presentar sus propuestas ante un panel de inversionistas, permitiendo así simular el proceso real de maduración de tecnologías para la comercialización.

3. **Consolidación de las estrategias para comercialización de los resultados de los proyectos de investigación científica y tecnológica realizados en el CICY.** Este semestre fue prioritario dar continuidad a la estrategia planteada por la OTT para la comercialización de tecnologías a nivel internacional. En este sentido se realizó la solicitud de dos patentes en el extranjero: "Factores de transcripción aislados de *Carica papaya* y su aplicación para obtener plantas tolerantes a temperaturas extremas", y la solicitud de un PCT para el proyecto "Sistema de producción de enzimas recombinantes usando la microalga verde *Chlamydomonas reinhardtii*". En el mismo sentido, se dio seguimiento a cinco solicitudes en el extranjero ingresadas en 2018 para la tecnología Aquox®, con el objetivo alcanzar su concesión.
4. **Obtención de registros de propiedad intelectual.** Durante 2019, el CICY obtuvo la concesión de 4 títulos de patente y un derecho de obtentor de variedades vegetales. Estos activos intangibles de propiedad intelectual son producto del trabajo de la OPPI que subsanó de manera adecuada el examen de fondo de cada una de las patentes, coordinando el trabajo de seguimiento con los equipos de investigación.

A continuación, se presenta el informe de actividades de la Dirección de Gestión Tecnológica en el periodo de enero a diciembre 2019.

OFICINA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA (OTT)

El propósito de esta oficina es incrementar las oportunidades de vinculación entre el CICY, como institución generadora de conocimiento, y el sector social y productivo, para lo que ofrece una serie de servicios que facilitan la transferencia de conocimiento y de tecnología vía, entre otras cosas, la consultoría, el licenciamiento y la creación de *spin-out*. La política pública reconoce a la transferencia tecnológica como una actividad fundamental para el alineamiento y articulación de innovación para el desarrollo de la sociedad, y a su vez, a las oficinas de transferencia de tecnología como actores principales para la implementación de dicha actividad. La OTT del CICY, a nivel regional, es pionera en actividades que promueven la cultura de gestión tecnológica y propiedad intelectual, cuyo fin último es

el desarrollo social y económico del país. Desde su lanzamiento se trabajó para alcanzar su certificación, la cual se logró en el 2013; en 2017 el CONACYT reconoció a 57 OTT`s por la calidad del trabajo que hacen y por su contribución al desarrollo de la Nación; entre ellas la OTT del CICY (Figura 21).



Figura 21. Principales hitos en la evolución de la OTT del CICY

La Dirección Gestión Tecnológica (DGT) a través de su Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) apoya a los investigadores del Centro para fortalecer aquellos proyectos de investigación que cuentan con un potencial comercial como los 6 impulsados en el Nodo Binacional Sureste (NoBI Sureste). Aunado a esto organiza talleres de capacitación en donde participan expertos que promueven la cultura de gestión tecnológica para desarrollar en el Centro una mayor capacidad de formulación de proyectos tecnológicos.

Servicios de la OTT

Los servicios que la OTT proporciona a través de sus Oficinas son:

Oficina de Administración de proyectos (OAP):

- Consultoría en temas relacionados con innovación y gestión tecnológica
- Elaboración de propuestas para proyectos de innovación, productivos y de transferencia de tecnología
- Evaluación de tecnologías en aspectos técnico-financieros y de mercado
- Desarrollo de modelos de negocios con base tecnológica
- Valuación de tecnologías
- Capacitación en materia de gestión tecnológica.

Oficina para la Protección de la Propiedad (OPPI):

- Búsquedas tecnológicas y establecimiento del Estado del Arte.

- Diseño de estrategias de protección para los resultados de Investigación.
- Redacción de patentes.
- Gestión de los activos de propiedad intelectual: marcas, derechos de autor, patentes, diseños industriales, secretos industriales, derechos de obtentor, entre otros.
- Apoyo en el diseño de las rutas de comercialización de tecnologías.

Oficina de Asesoría Legal (OAL):

- Elaboración y revisión de los documentos legales para asegurar una efectiva protección a la institución y a su personal.
- Elaboración de acuerdos, contratos, convenios y otros documentos jurídicos que formalizan la relación y compromisos en el desarrollo de proyectos o programas entre el CICY y otras agencias e instituciones nacionales e internacionales.
- Registro de los documentos jurídicos.
- Asesoría para la elaboración de instrumentos jurídicos.

Portafolio Tecnológico (OTT)

Con el fin de fortalecer el trabajo interno de la institución, se analizaron en conjunto con las unidades de investigación varios proyectos institucionales y se eligieron algunos que ahora forman parte del portafolio tecnológico del CICY; estos proyectos se eligieron adoptando criterios de Nivel de Maduración de Tecnología (TRL) y la metodología de evaluación *Spider Tech*.

En una primera etapa estos proyectos fueron analizados por el Comité de Innovación en donde se definen las estrategias adecuadas para su desarrollo y los apoyos necesarios. Durante 2019, se atendieron 17 proyectos de la cartera, 5 de ellos tuvieron un avance significativo a partir del trabajo realizado en el NoBI Sureste, por parte del investigador, el estudiante y un mentor de negocios.

La Figura 22 presenta los proyectos por unidad que atendió la OTT en el 2019. A partir de la revisión de esta cartera, se presentaron los proyectos al Comité de Innovación, para su posible apoyo en la búsqueda de cubrir los puntos requeridos para ofertar su transferencia.

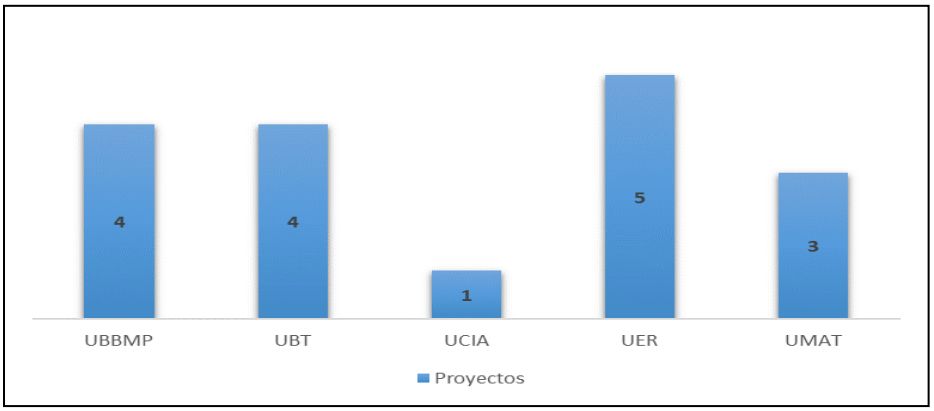


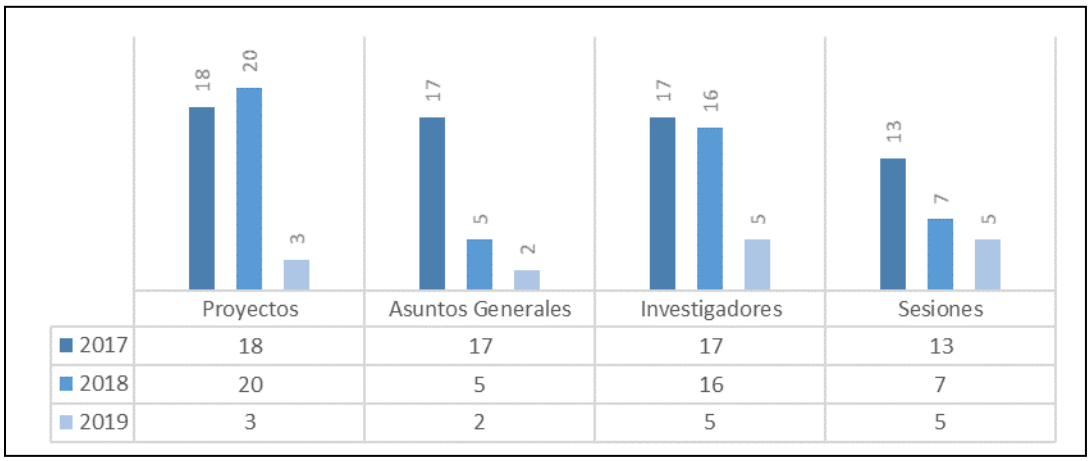
Figura 22. Proyectos por unidad apoyados por la OTT

Comité de Innovación

El Comité de Innovación es un órgano colegiado que, en concordancia con las políticas y programas académicos institucionales, analiza y aprueba las propuestas presentadas por los investigadores, brindando apoyo a los proyectos para que el CICY pueda cumplir cabalmente con su misión.
Sus objetivos son los siguientes:

- ✓ Analizar la factibilidad técnico-económica de proyectos desarrollados en el CICY para promover su transferencia de conocimiento y su vinculación con el sector social.
- ✓ Proponer estudios o acciones complementarias para consolidar las propuestas de transferencia de conocimiento.
- ✓ Aprobar apoyos específicos para complementar y/o facilitar la transferencia de los proyectos.
- ✓ Aprobar los mecanismos de transferencia tecnológica de los proyectos.

Durante el 2019 se llevaron a cabo 6 sesiones (Figura 23), en las cuales se han presentado 3 proyectos, 2 asuntos generales y la participación de 5 investigadores. Uno de los proyectos presentados ya ha sido licenciado a la industria.



	Proyectos	Asuntos Generales	Investigadores	Sesiones
2017	18	17	17	13
2018	20	5	16	7
2019	3	2	5	5

Figura 23. Acciones del Comité de Innovación.

OFICINA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Derivado de las acciones de la OAP, el CICY ha logrado impactar en diversos sectores, a continuación, describimos los casos de mayor relevancia:

Análisis de oportunidad Cultivo de Amaranto

A partir de la solicitud de la Dra. Ivonne Sánchez del Pino, investigadora de la Unidad de Recursos Naturales, se preparó un análisis de oportunidad para el cultivo de amaranto en la Península de Yucatán. Además de ser un cultivo prioritario clasificado por la NASA como CELLSS (*Controlled Ecological Life Support System*), también está catalogado como un cultivo ancestral en el sur del país, y se reconoce una gran actividad en el cultivo de este cereal en el centro de México.

Análisis de oportunidad Sargazo

A partir del requerimiento de la Unidad de Energía Renovable, se trabajó en recabar información referente a la problemática del Sargazo en las costas de Quintana Roo.

Derivado de lo anterior, en apoyo a los investigadores de la UER, participamos en la reunión de trabajo con interesados, como la Comisión Federal de Electricidad y también funcionarios de la Embajada de Estados Unidos, quienes mostraron un gran interés en la tecnología que se está desarrollando en el CICY.

Convocatoria para Proyectos de Apropiación Social del Conocimiento de las Humanidades, Ciencias y Tecnologías 2019

Propuesta de la Unidad de Recursos Naturales. A partir del trabajo con la Dra. Ivonne Sánchez en referencia al amaranto, se le propuso participar en esta convocatoria que lanzó CONACYT. La Dra. Sánchez preparó en colaboración con personal de la oficina una propuesta que tenía como objetivo presentar el trabajo de mujeres mayas integradas en cooperativas en Guatemala relacionadas al cultivo de amaranto como un modelo exitoso para combatir la desnutrición, reducir la pobreza y enfrentar el cambio climático, y replicarlo en comunidades rurales de Yucatán.

Para lo anterior, se enlazó a la investigadora con la Fundación Haciendas del Mundo Maya, A.C. quienes estuvieron interesados en el proyecto y con quienes podría vincularse para establecer el diálogo con grupos comunitarios ya establecidos.

Propuesta del Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto (ITSFCP). A partir de los esfuerzos que el CICY ha hecho en materia de vinculación con instituciones de educación superior en la región, el Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto nos invitó a participar en el proyecto denominado “Acercamiento de Jóvenes de la zona maya a la ciencia la tecnología y la innovación, a través del desarrollo de proyectos y su participación en actividades y eventos estatales y regionales”, del cual ellos serían responsables técnicos. Como parte de la colaboración con esta institución se integró el proyecto “Juventud maya desarrollando habilidades humanísticas y de innovación, a través de su participación en concursos de proyectos” para esta convocatoria de CONACYT, el responsable técnico de este proyecto fue el ITSFCP y también participaba el CIATEJ, Unidad Sureste, quienes en conjunto con el CICY estarían aportando a las instituciones de la región, el apoyo y colaboración para dar a conocer el quehacer científico.

Fortalecimiento en el ecosistema de innovación y educación superior

Asociación Mexicana de Secretarios de Desarrollo Económico. En colaboración con el Gobierno Estatal y la Secretaría de Economía, el 11 y 12 de abril se llevaron a cabo dos eventos que conjuntaron al sector académico, gobierno y empresas. El día 11 se celebró el Encuentro de Innovación y Tecnología de la Región Sur-Sureste, en donde el CICY participó en un Taller Informativo sobre Transferencia del Conocimiento. El día 12 se celebró el Encuentro de Innovación y Tecnología del Sur – Sureste, con el propósito de impulsar al sector productivo regional y nacional, el CICY expuso la importancia de la vinculación para impulsar el sector productivo y por lo tanto el desarrollo económico de la región.

Instituto Tecnológico Superior de Valladolid (ISTVA). A principios del 2019 se firmó un Convenio General de Colaboración Académica, Científica y Tecnológica con el ITSVA; el personal de la institución y el cuerpo directivo presentaron propuestas en colaboración con el CICY que fortalezcan a la institución, ya sea a través de una mayor participación de estudiantes en residencias o prácticas profesionales en el Centro, el cuerpo académico pueda participar en los programas de posgrado y gestión tecnológica delo CICY y que puedan colaborar para el desarrollo de proyectos conjuntos.

Los días 10 y 11 de julio en Valladolid se llevó a cabo un taller de docentes por parte de personal de la DGT que tiene como título "Formulación de Proyectos Tecnológicos" con lo cual se busca incrementar la participación de los docentes en convocatorias, así como atender al sector privado y a la propia sociedad de la región.

Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto (ITSFCP). Derivado del acercamiento para la participación en convocatorias lanzadas por el CONACYT y con la visión de integrar la colaboración CICY – ITSFCP, se firmó el Convenio General de Colaboración Científica, Académica y Tecnológica, con el propósito de brindar un marco jurídico para la formulación de nuevas colaboraciones a través de los estudiantes, los cuerpos académicos y las propias fortalezas de cada institución.

Apoyo a las Unidades de Investigación

Unidad de Ciencias del Agua

A partir de la solicitud de la Dirección de la Unidad, la OAP ha establecido una fuerte colaboración con la UCIA. En el 2019 se realizó un análisis de los servicios brindados por la UCIA, apoyando con las políticas institucionales para obtención de recursos autogenerados y convenios por proyectos. Adicionalmente, se concertaron reuniones de trabajo en donde se propusieron algunas opciones para la atención a sectores público y privado de Cancún que demandan servicios relacionados al análisis de agua.

Unidad de Energía Renovable

En marzo del 2019 se celebró una reunión con personal de la unidad. Los investigadores participaron en este encuentro comentando los trabajos que realizan; esto permitió relacionar los proyectos y actualizar la Cartera de Proyectos. En el marco de colaboración entre la unidad y la DGT, se reforzó la propuesta a los investigadores de apoyarse en los trabajos que se realizan en la oficina, en distintos temas.

Unidad de Energía Renovable-Embajada de los Estados Unidos en México. Derivado de la difusión del trabajo que se realiza en la Unidad de Energía Renovable para el aprovechamiento de Sargazo, la Embajada de los Estados Unidos contactó al Dr. Raúl Tapia Tussell, para entrevistarse con él. En esta reunión participó personal de la DGT con el fin de dar seguimiento a este interés.

OFICINA PARA LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (OPPI)

La Oficina para la Protección de la Propiedad Intelectual (OPPI) del CICY desde su inicio en 2012 ha gestionado más de 100 activos de Propiedad Intelectual, entre los que se encuentran 30 solicitudes de patente nacionales, 9 solicitudes en el extranjero y cuatro solicitudes vía PCT; además de 18 patentes concedidas en México y una en Estados Unidos, 1 diseño industrial, 32 marcas registradas y 34 registros

de Derechos de Autor vinculados a obras desarrolladas en la Institución, así como 1 títulos de obtentor para variedades vegetales. La Figura 24 ilustra la evolución en la gestión de la protección intelectual (PI) en el CICY a partir del año 2017.

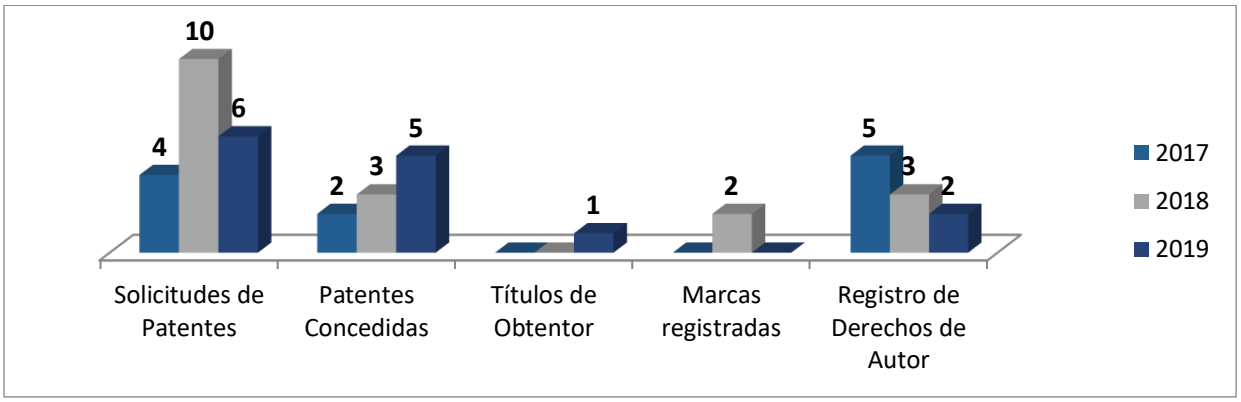


Figura 24. Evolución de la Gestión de la PI 2017-2019.

Un análisis de los últimos tres años permite identificar una evolución con un pico máximo para 2018, asociado a la solicitud de patente de una misma tecnología (Aquox®) en Estados Unidos, Brasil, Colombia, Chile y Perú; además de la solicitud de 5 nuevas patentes en México.

En el ejercicio 2019 se concedieron al Centro 5 patentes, gracias a los esfuerzos por responder los requerimientos de examen de fondo que permitieron su concesión. Estas son MX/a/2012/015128: "Sistema para la detección, cuantificación y análisis de expresión génica del hongo *Mycosphaerella fijiensis* mediante la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real"; MX/a/2013/007820: "Proceso y Sistema de obtención de gas dulce, gas sintético y azufre a partir de gas natural", MX/a/2015/014384: "Fosa séptica con celda de combustible microbiana para la generación de electricidad y tratamiento de agua residual", MX/a/2013/005302: "Uso de naftoquinonas diméricas en el tratamiento y control de la tuberculosis resistente a fármacos" y MX/a/2015/016432: "Circuito electrónico para la cosecha de energía de fuentes de ultra baja potencia".

Adicionalmente, se solicitaron 3 patentes nacionales: MX/a/2019/004068: "Membrana catalítica compuesta para producción de biodiesel", MX/a/2019/046538: "Turbina híbrida con autoarranque para la extracción de energía mediante corrientes de flujo de agua o aire" y MX/a/2019/012282: "Celda de combustible auto-respirable milimétrica tipo PEM y método de ensamble". Además, se tramitaron 2 solicitudes de patente en el extranjero (Estados Unidos y Brasil) para la tecnología denominada RAP2 y un PCT asociado a la tecnología del Promotor de la microalga verde *Chlamydomonas reinhardtii*.

Estas cifras son resultado del esfuerzo y el apoyo del CICY a la Oficina para la Protección de la Propiedad Intelectual, cuya evolución en la gestión de las patentes se observa en la Figura 25. Evolución de la Gestión de Patentes (2017-2019)

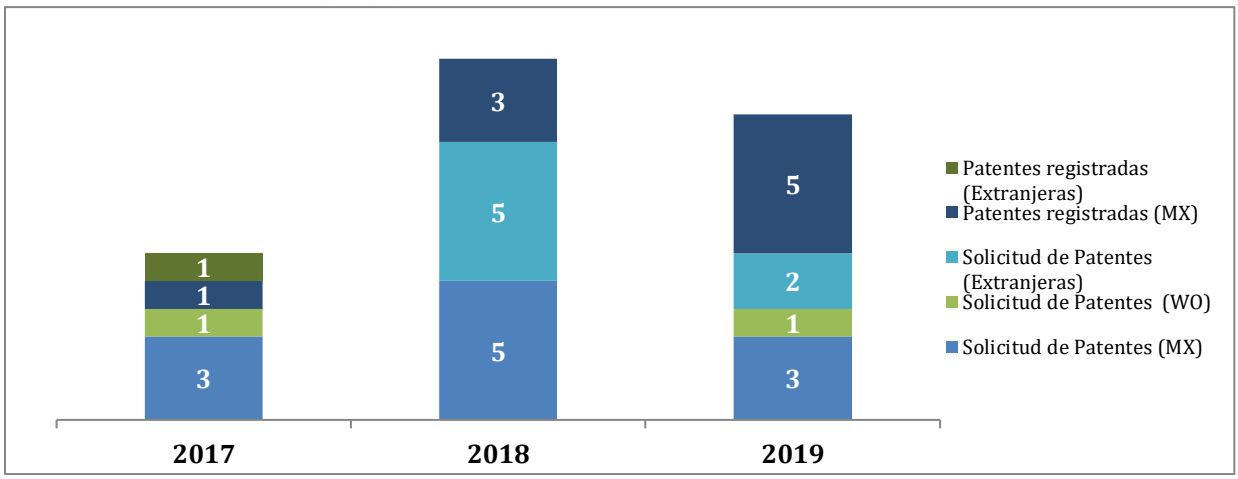


Figura 25. Evolución de la Gestión de Patentes (2017-2019)

Con respecto a las variedades vegetales, existen 3 desarrolladas por el CICY que cuentan con título de obtentor, uno de ellos concedido en 2019 para la variedad de chile habanero denominada Kisin.

En cuanto a la gestión de signos distintivos, se realizaron dos nuevas solicitudes para la marca PRO PLANTA, para la cual actualmente se están solventando algunos requerimientos.

El registro de Derechos de Autor de las obras que se desarrollan en CICY como parte de las actividades de la institución ha sido otra labor importante para la OPPI, siendo una actividad que se ha mantenido constante en los últimos años. Durante el 2019 se realizó la renovación de la reserva de derechos "*Desde el herbario CICY*" y el registro del programa de cómputo "HEFF-Hunter Ver 1-0". Además, se sometió la solicitud de registro de la obra "Fichas agroecológicas de especies alimenticias de la Península de Yucatán y de la Cultura Maya".

OFICINA DE ASESORÍA LEGAL (OAL)

Las labores comprometidas en este equipo de trabajo son de gran repercusión para otorgar seguridad jurídica al personal directivo, académico y administrativo, así como para conservar la integridad del Centro. El alcance arraiga la certeza jurídica que concede, pues su encomienda principal es dar cumplimiento en tiempo a las obligaciones derivadas de los 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 ejercicio fiscal 2019 se suscribieron 113 convenios (Tabla 13) de los cuales 101 se encuentran vigentes al 31 de diciembre del 2019, clasificándolos en general entre aquellos realizados públicos y privados, mientras que 64 de ellos corresponden a aquellos realizados con los sectores reportados en la Tabla 14

Tabla 13. Clasificación de instrumentos jurídicos suscritos en el año 2019.

Clasificación	Privados	Públicos	Total
Nacionales	23	83	106
Internacionales	3	4	7

Tabla 14. Instrumentos jurídicos vigentes 2019 que pueden ser de acuerdo al Sector de impacto

Clasificación	Sector			Total
	Primario	Secundario	Terciario	
Nacionales	4	2	51	57
Internacionales	0	3	4	7

Destacan entre ellos los convenios suscritos en el marco internacional, con instituciones de Colombia, Estados Unidos y Francia. De los 113 convenios suscritos, 64 son de Transferencia de Conocimiento, Innovación Tecnológica, Social, Económica o Ambiental.

PROYECTOS DESTACADOS

Grupo Negociador AQUOX®

La Dirección de Gestión Tecnológica coordinó la negociación de la tecnología Aquox® con el posible licenciatario, Grupo Rotoplas. Durante las 6 sesiones que ha celebrado el Comité de Innovación en 2019, se presentaron diversas propuestas para la consolidación del licenciamiento, asimismo se evaluaron los avances del proceso, tanto desde la perspectiva técnica, como desde el punto de vista comercial.

Se recibió a principios de año la visita por parte de la empresa interesada con el fin de dar seguimiento en el proceso, derivado de esto se propuso establecer nuevas pruebas. Sin embargo, a partir del acercamiento que se ha tenido con la Secretaría de Desarrollo Sustentable en Yucatán, se visualizó una oportunidad más inmediata, que luego del planteamiento y análisis de ambas partes, se estableció como estrategia dual iniciar con el licenciamiento de la tecnología en la Península de Yucatán y la realización de pruebas en clima templado (Hito 1.2) en una primera etapa, con miras a, en una segunda etapa, ampliar el territorio licenciamiento al territorio de América.

Finalmente, con fecha del 19 de noviembre de 2019, se firmaron los instrumentos jurídicos:

1. Contrato de licenciamiento y transferencia de tecnología, que ampara el licenciamiento de la tecnología Aquox® a Grupo Rotoplas en el territorio de la península de Yucatán.
2. Segundo convenio modificatorio del anexo 1 (uno) de la carta de intención (Hito 1.2), que se refiere a la realización de pruebas en 3 sitios aledaños a la Ciudad de México, para verificar el comportamiento de la tecnología en clima templado.

A partir de la firma de los instrumentos, los equipos de ambas partes han sostenido una reunión física "Kick-off Hito 1.2 e Hito 2", celebrada el 26 de noviembre de 2019 en CICY para determinar un cronograma de actividades para concretar la transferencia del paquete tecnológico al licenciatario y el trabajo coordinado para las pruebas del Hito 1.2.

Posteriormente, se han realizado reuniones vía remota entre los equipos de trabajo de ambas partes para diseñar la estrategia a seguir, las cuales llevaron como primera acción la presentación de la Tecnología Aquox® a la Secretaria de Desarrollo Sustentable del Estado de Yucatán.

Coordinación 3 – CONACYT

Dando continuidad al equipo conformado en 2016 por los 8 Centros de Investigación de la Coordinación 3 "Medio Ambiente, Salud y Alimentación", la Dirección de Gestión Tecnológica coordina, y participa en las reuniones mensuales a través de videoconferencias que permiten fortalecer al grupo en temas de gestión tecnológica, propiedad intelectual, vinculación e innovación.

De forma colaborativa el CICY aprovecha la experiencia en temas específicos que otros Centros ya han avanzado y de igual forma, colabora con ellos en los temas en los que se encuentra más fortalecido.

Durante el 2019, se propuso invitar a otros Centros CONACYT que pudieran enriquecer la labor del grupo de Coordinación 3, siendo COMIMSA el nuevo centro que forma parte de este grupo, cuya información se integró. El convenio se encuentra actualmente en revisión para iniciar con los trámites de firma por todos los titulares de los centros que integran este equipo.

En el 2019 se celebraron 7 reuniones en donde han participado el CIAD, CIATEJ, CICESE, INECOL, ECOSUR, IPICYT, CIBNOR, CICY y COMIMSA

Proyecto FONCICYT 292624 (Consolidación del Nodo Binacional de Innovación del Sureste, NoBI Sureste)

El programa de Nodos Binacionales de Innovación (NoBI) es una iniciativa de CONACYT para el desarrollo de propuestas de emprendimiento de base tecnológica, a través de la formación de capacidades en el personal científico para la estructuración de proyectos de maduración tecnológica validados por el mercado, que lleven hacia productos, procesos y servicios innovadores de alto impacto.

El CICY fue líder del NoBI Sureste, participando con las siguientes Instituciones Asociadas:

- Universidad Anáhuac Mayab
- Universidad Autónoma de Yucatán
- Tecnológico Nacional de México
- CINVESTAV Mérida
- CIMAT
- CIATEJ
- Universidad de Quintana Roo
- INIFAP
- ECOSUR

Con el fin de potenciar el desarrollo social y económico regional y nacional, el Nodo Binacional de Innovación Sureste (NoBI Sureste) fomentó el emprendimiento de base tecnológica, para que los científicos de instituciones públicas y privadas logren comercializar sus tecnologías y las pongan al alcance de la sociedad.

Como parte de la jornada de cierre del NoBI Sureste, durante el primer semestre del 2019, se programaron varios eventos donde participaron 23 equipos conformados por un investigador, un emprendedor y un mentor de negocios.

El primer evento fue un Taller seguimiento NoBI Sureste, cuyo objetivo fue que los equipos identifiquen el producto mínimo viable de sus proyectos, es decir, la parte mínima de su investigación que pueda salir al mercado. Donde se resaltó la importancia que tiene el emprendimiento basado en tecnología, por su impacto en el desarrollo económico y social, sobre todo porque los científicos cuentan con instalaciones propicias, protocolos estrictos de investigación, por lo que tienen mayor probabilidad de llevar su tecnología al comercio.

El taller de seguimiento de NoBI Sureste se llevó a cabo los días 3 y 4 de junio en el Centro de Creatividad para la Innovación y el emprendimiento del Instituto Tecnológico de Mérida, en la Ciudad de Mérida Yucatán, y fue impartido por instructores I-Corps internacionales certificados por la *National Science Foundation* (NSF). Entre los temas que se vieron en el taller fueron: cadena de valor, prototipo, comunicación, plan de marketing y comercialización, levantamiento de capital y pitch de inversión; al final los equipos presentaron sus proyectos de acuerdo con los temas aprendidos. Los equipos entregaron un documento con los avances de su proyecto y su producto mínimo viable.



Figura 26. Taller de Seguimiento NoBI Sureste

Finalmente se considera que con todas estas actividades se construye un proceso integral que permitirá a los equipos un acercamiento real a la comercialización de su tecnología. Con estas actividades culmina el proyecto de NoBI Sureste, el informe técnico final, se envió el día 10 de septiembre del 2019.

Los seis proyectos con los que participó CICY son:

N° de Proyecto	Nombre de Proyecto	Investigador Principal	Unidad
Equipo 118	Sistema de producción de proteínas recombinantes en la microalga verde *Chlamydomonas reinhardti* para la obtención de fitasas con fines en alimentación avícola y porcícola.	Dra. Virginia Aurora Herrera Valencia	UBT

N° de Proyecto	Nombre de Proyecto	Investigador Principal	Unidad
Equipo 120	Nanofertilizante y su aplicación confinada para mejorar el desarrollo vegetal	Dra. Iliana Echevarría Machado	UBBMP
Equipo 121	Paneles (Bloques) estructurales aligerados para la industria de la construcción.	Dr. Emmanuel Alejandro Flores Johnson	UMT
Equipo 122	Jállyskin, membranas de colágena para aplicación en enfermedades de la piel.	Dra. Nayeli Rodríguez Fuentes	UMT
Equipo 126	Antibiótico de chile de alta pureza	Dra. Georgina estrada Tapia	UBBMP
Equipo 134	Desarrollo de una prueba de diagnóstico sensible para el uso de virus como indicadores de contaminación fecal en agua	Dra. Cecilia Hernández Zepeda	UCIA

UNIDADES DE VINCULACIÓN SOCIAL

El CICY cuenta con 5 unidades estratégicamente articuladas para promover el desarrollo económico y social de la región sureste. Estas Unidades de Vinculación Social son instancias que proporcionan servicios especializados y/o productos demandados por la región:

- Laboratorio de GEMBIO
- Laboratorio de Metrología
- Organismo de Verificación de Gases de Efecto Invernadero (OVGEI)
- Biofábrica
- Unidad Productora de Semillas

Dichas unidades se han divido en dos grandes bloques, las unidades de servicios que la conforman, el laboratorio de Metrología, el laboratorio GEMBIO y el Organismo de Verificación de Gases de Efecto Invernadero y las unidades de producción que está conformado por: la Biofábrica y la Unidad Productora de Semillas.

LABORATORIO GEMBIO

El Grupo de Estudios Moleculares Aplicados a la Biología (GeMBio), es un laboratorio de Protección Vegetal, que apoyándose en la experiencia de sus integrantes en biología molecular y fitosanidad, tiene dos funciones principales:

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

En este marco, durante 2019, se ofrecieron servicios externos (64 servicios) en las siguientes áreas:

- Diagnóstico 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 (Proyecto con DASUR, la empresa líder en distribución de insumos agrícolas en la Península de Yucatán).
- Capacitaciones especializadas:
    - 1 Curso "Manejo de jardines"
    - 1 Entrenamiento "Entrenamiento en técnicas moleculares para la determinación de huellas genéticas en agave".
    - 3 Capacitaciones sobre Fitosanidad de diferentes cultivos en línea.
    - 1 Capacitación y asesoría sobre manejo de duna costera.

Esto se tradujo en un monto de ingresos por $ **814,860.00** MN
Paralelamente:

- ✓ Se continuó con el proyecto del fondo sectorial CONACYT-CONAFOR (sobre patógenos de Teca) por el que se recibió un ingreso de **$ 663,944.00 MN**.
- ✓ Se inició el subproyecto "Caracterización Molecular y Determinación de la Variabilidad Genética de Palma de Aceite en México Mediante el Uso de Microsatélites", que forma parte del proyecto TAB-2017-01-01-6124, denominado "Centro de Investigación e Innovación para la Sustentabilidad de la Palma de Aceite (CIISPALMA)", que viene desarrollándose por parte de la Federación Mexicana de Palma de Aceite (FEMEXPALMA) con el apoyo del Fondo Mixto CONACYT – Tabasco (FOMIX), por el que se recibió $ **2,030,000.00** MN

Todo lo anterior significó un ingreso total en el 2019 para GemBio por **$ 3, 508,804.40 MN**.
Los servicios internos a distintas áreas de CICY, se relacionan a continuación:

- Manejo fitosanitario de la Casa del Desierto y de la casa Tropical. Para poder mantener la fitosanidad de ambas áreas, en este semestre se han practicado 62 diagnósticos de hongos, se identificaron por secuenciación 6 hongos y se aplicaron productos biológicos, biorracionales y químicos para el control de las plagas y enfermedades.
- Servicios de diagnóstico, al grupo de la Dra. Nancy Santana de la UBBMP, de virus en chile y hongos en piña.
- Diagnóstico molecular del agente causal de la muerte de los flamboyanes ubicados en la calle principal de CICY y en el costado de la Casa del Desierto.
- Suministro mensual, de suspensiones concentradas de conidios viables, de tres cepas diferentes de hongos caracterizadas y registradas (*Colletrotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum truncatum* y *Fusarium oxysporum*) a la Dra. Cecilia Rodríguez de la UBT.
- Servicios de diagnóstico de hongos y bacterias en vitroplantas de papaya al Dr. Jorge Santamaría de la UBT.
- Servicios de diagnóstico de hongos en plántulas de papaya al Dr. Jorge Santamaría de la UBT.

Otras Actividades:

Es importante destacar que se logró la publicación en la revista de la APS, *Plant Disease* (revista JCR, con un factor de impacto de 3.583), del artículo "*Empoasca papayae* (Hemiptera: Cicadellidae)-Mediated Transmission of Papaya Meleira Virus-Mexican Variant in Mexico". Isabel García-Cámara, Raúl Tapia-Tussell, Anuar Magaña-Álvarez, Alberto Cortés-Velázquez, Rodolfo Martín-Mex, Oscar Moreno-Valenzuela, and Daisy Pérez-Brito. https://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-1101-RE. Esta publicación presenta los resultados de los estudios de GeMBio sobre el virus meleira de la papaya, y en ella se pudo demostrar por primera vez, que el virus es transmitido por un insecto, lo cual es una información vital para el control de la enfermedad en el campo, y nos ayuda a posicionarnos en el sector de la fitosanidad, como un laboratorio de referencia en el diagnóstico de fitopatógenos y su manejo.

Como productos del proyecto CONACYT-CONAFOR, se publicaron un folleto técnico y una guía de campo para apoyo de productores de plantaciones forestales comerciales:

- Folleto técnico para la identificación de los primeros síntomas visibles de la pudrición del cuello y raíz en Teca "*Tectona grandis*" causada por *Kretzschmaria zonata*.
- Guía para la identificación de los primeros síntomas visibles de la pudrición del cuello y raíz en Teca "*Tectona grandis*" causada por *Kretzschmaria zonata*.

También, en el marco del mencionado proyecto, se impartió el curso de capacitación "Avances en las estrategias para el manejo de *K. zonata* causante de la pudrición del cuello y raíz en Teca" al cual asistieron 15 participantes provenientes de diferentes estados de la República. Se presentaron los resultados obtenidos hasta la fecha en el XIV Congreso mexicano de Recursos Forestales, que se llevó a cabo del 6 al 9 de noviembre de 2019 en Victoria de Durango, Durango, con la impartición de la ponencia "Efectividad biológica de productos químicos, biológicos e inorgánicos contra *Kretzschmaria zonata*, causante de la pudrición de cuello y raíz de teca (*Tectona grandis*).

Logros más importantes:

- Se concretó la ejecución del subproyecto con Femexpalma para la determinación de huellas genéticas de palma de aceite, lo cual no sólo significó un ingreso para el laboratorio, sino también nos permitió incursionar en un cultivo que no teníamos en nuestro portafolio de servicios de diagnóstico; esto abre grandes posibilidades para futuros servicios de fitosanidad y otros proyectos.
- Se logró que la Empresa Proyectos Agrícolas S.A. de C.V. (ProAgro), que es la principal empresa productora de cítricos en la Península de Yucatán, y que exporta toronja y limón a Europa, nos contratara para diagnosticar enfermedades y para consultoría de manejo fitosanitario en campo. Se beneficiaron con nuestros servicios un total de 600 ha de huertas en Oxkutzcab, Yucatán y Hopelchén, Campeche.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Durante 2019, el Laboratorio de Metrología, reconocido y auditado por Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), emitió su plan de trabajo de los diferentes servicios que ofrece enfocado en los siguientes objetivos con sus estrategias:

a. Mantener la acreditación de los servicios de calibración. Estrategias:
    i. Mantener la competencia técnica del personal que realiza las calibraciones,
    ii. Implementar la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2018
b. Mantener constante el ingreso por recursos propios. Estrategias:
    i. Establecer acciones estratégicas con la DGT y
    ii. Promoción de servicios
c. Aumentar la satisfacción de nuestros clientes. Estrategias:
    i. Cumplir la fecha compromiso de entrega de los informes,
    ii. Conservar clientes / cumplir requisitos
    iii. Reducción de quejas y TNC

Las acciones principales que se han desarrollado en este año se enfocaron en la actualización del Sistema de Gestión de la Calidad para cumplir con la nueva norma NMX-EC-17025-IMNC-2018.

Se trabajó en una propuesta de Modelo de Negocio para el Laboratorio de Metrología para aumentar la cartera de clientes y proponer acciones para inversión en equipo prioritario que requiere reemplazo dado el nivel de obsolescencia de algunos de los equipos. La Figura 27 compara los ingresos obtenidos por el laboratorio de Metrología entre 2015 y 2019. Los resultados muestran que se tienen un nivel de ingresos ascendente que en la comparación entre 2015 y 2019 aumentaron un 29%, a pesar de las dificultades económicas que presenta el país.

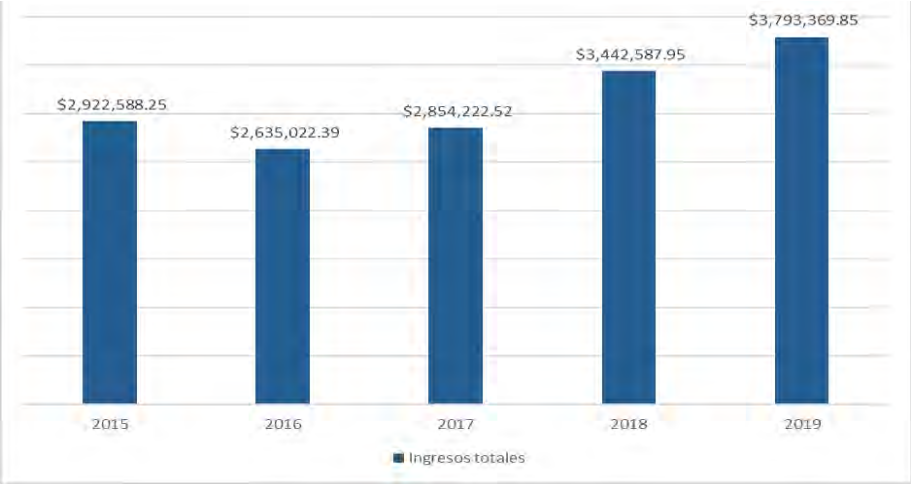


Figura 27. Ingresos de operación del laboratorio de Metrología

Mantenimiento de la Acreditación y Actualización

Durante el mes de mayo se recibió la visita de la entidad mexicana de acreditación (EMA) para realizar la evaluación individual de cada una de las 6 magnitudes acreditadas y actualizar el sistema de gestión de la calidad con la nueva norma para Laboratorios de ensayo y calibración.

Los resultados de las evaluaciones de vigilancia fueron satisfactorios, no se levantaron no conformidades, excepto una no conformidad tipo C (menor) en flujo, la cual ya se están tomando acciones para resolverla.

Para la actualización del sistema con la nueva norma, se levantaron 5 no conformidades, las cuales han sido resueltas, y nos fue otorgada la actualización bajo la Norma Mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2018.

Para poder recibir la visita de evaluación se implementó un sistema para Análisis, Evaluación y Mitigación de Riesgos.

Por tercer año consecutivo el Ing. Javier Escalante Estrella participa en el Subcomité de Evaluación de Laboratorios de Calibración Flujo y Volumen organizado por la EMA.

Por segundo año consecutivo la M.A. Rosario del Alma Belman Garrido participa en el subcomité de Evaluación de Laboratorios de Calibración en Propiedades de los Materiales de la EMA.

Este año se recibió la invitación por parte de la entidad mexicana de acreditación (EMA) para participar en el Subcomité de Evaluación del área de masa, para lo cual se designó al Ing. Pedro Pablo Carranza Fuentes como representante del Laboratorio para participar en las reuniones correspondientes.

Difusión de servicios

Se ha participado en dos eventos para impartir la plática “La Importancia de la Metrología”, uno fue el 27 de marzo de 2019 en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Química en el marco del Día Mundial del Agua, organizado por el Colegio de Ingenieros Químicos y la segunda fue el 25 de junio del 2019 en el Centro Municipal del Emprendedores.

Se han atendido visitas de estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Universidad Tecnológica de Cancún, Instituto Tecnológico de Mérida e Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre.

Se participa constantemente en las reuniones y actividades del Grupo Estratégico Regional (GER) organizado por la EMA, para la difusión del Sistema Mexicano de Metrología, Normalización y Evaluación de la Conformidad. El 12 de julio de 2019, se colaboró con el GER Yucatán para ser sede de la plática informativa sobre el programa de Buenas Prácticas de Laboratorio.

El 21 de junio de 2019 se recibió la visita de un representante del Grupo Aduanero Peninsular para conocer al personal y las instalaciones del Laboratorio, como parte de sus actividades para asegurar la capacidad de sus proveedores y se negociará un contrato para proporcionar servicios en el área de masa.

El pasado 10 de octubre, la EMA solicitó a CICY ser sede del evento titulado “El impacto de las normas en el sector agroalimentario”, al cual asistieron empresas de Campeche, Quintana Roo y Yucatán interesados en el tema.

Contratos de Servicios

Se concluyeron satisfactoriamente los trabajos correspondientes a los contratos 2019:

- Empresa AGUAKAN, S.A. de C.V. Contrato 2018 – 2020 número AGKBJ-SER-CYM-06-2018.
- Empresa AGUAKAN SOL, S.A. de C.V. Contrato 2018 – 2020 número AGKSOL-SER-CYM-07-2018.
- Comisión Nacional del Agua. Contrato número CON-001-OCPY-2019.

Se realizó el Diplomado de Metrología con 2 participantes externos. El monto ingresado por cursos asciende a $185,720.00.

Los ingresos correspondientes al 2019 se presentan en la Tabla 15,los cuales muestran un incremento del 11%, con respecto al 2018, y es ligeramente superior al programado 2019. De igual manera, se establece el comparativo con años anteriores. Se registra un aumento en el número de servicios del 5% con una variación ligeramente a la baja del número de clientes.

Tabla 15. Servicios e Ingresos del Laboratorio de metrología

Concepto	2016	2017	2018	2019
Ingresos	$2,635,022.39	$2,810,518.52	$3,308,489.19	$ 3,793,369.85
Servicios realizados	1 408	1 714	1748	1836
Clientes	148	146	161	154

ORGANISMO DE VERIFICACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (OVGEI)

El CICY a través del OVGEI implementa y mantiene un sistema de gestión para el servicio de verificación de inventarios de Gases de Efecto Invernadero. La metodología para este proceso de verificación está basada en las normas ISO 14064-3:2006 e ISO 14065:2013, y se cuenta con una acreditación en el sector energía y en procesos industriales ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y está aprobada por la PROFEPA–SEMARNAT para verificar reportes obligatorios bajo los criterios y lineamientos del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones (RENE).

Las principales actividades OVGEI-CICY en el período enero-diciembre 2019 son las siguientes:

1. Evaluación de vigilancia EMA: Con el objeto de mantener la acreditación y aprobación del OVGEI, los días 14 y 22 de mayo de 2019 se realizaron las evaluaciones de vigilancia de la EMA al CICY. De la revisión en sitio (instalaciones del CICY) el resultado fue cero no conformidades, adicionalmente se atendió la testificación de una verificación del sector energía, con 4 no conformidades que ya han sido atendidas y cerradas. Se dictaminó continuar con la acreditación para ambos sectores.
2. Realización de 13 Servicios de verificación en 2019 de reportes de emisiones de Gases de efecto invernadero, facturados en $1,057,000.00:

3. Asistencia a las reuniones periódicas convocadas por EMA o SEMARNAT algunas presenciales y otras en línea, como representante del OVGEI CICY ante EMA y SEMARNAT y parte del Comité de Evaluación para la Verificación/Validación de Gases de Efecto Invernadero y Sustentabilidad Ambiental.
4. Durante el mes de febrero y noviembre se participó en la convocatoria de PEMEX para formar parte de los acuerdos referenciales en consorcio con la empresa SOLAL que también es organismo verificador, con el fin de poder participar en licitaciones futuras para servicios de verificación de GEI a PEMEX. Adicionalmente, durante el mes de julio el OVGEI CICY brindó apoyo técnico a SOLAL para verificar 3 instalaciones de PEMEX.
5. En el mes de junio, se realizó un entrenamiento interno y examen de evaluación al equipo verificador sobre el proceso de verificación de emisiones de GEI del CICY.
6. En el mes de julio se participó en un curso de entrenamiento impartido por la OACI (Organización de aviación civil internacional) del que obtuvimos un desempeño satisfactorio (aprobación del examen).
7. En el mes de diciembre se participó en el Taller de actualización en las normas "ISO 14064-1:2018, ISO 14064-2:2019 e ISO 14064-3:2019"

BIOFÁBRICA

Proyecto FOMIX

Durante 2019 se culminó la tercera y última etapa del Proyecto FOMIX "FORTALECIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA PARA LA MICROPROPAGACIÓN DE CULTIVOS DE ALTO INTERÉS ECONÓMICO PARA EL ESTADO DE YUCATÁN", realizándose satisfactoriamente las siguientes actividades:

Durante el periodo se puso en marcha toda la infraestructura fortalecida de la biofábrica y se realizaron las pruebas y ensayos para demostrar su adecuado funcionamiento. (Figura 28)



Figura 28. Infraestructura de la Biofábrica fortalecida

Se realizó una estrategia de comercialización, que culminó con la celebración de un seminario donde participaron 32 especialistas del CICY y 35 productores, funcionarios y empresarios externos de los estados de Yucatán, Guerrero, Colima, Tabasco, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Quintana Roo. Los acuerdos y vinculaciones logradas fueron: Se establecieron o consolidaron 10 acuerdos de evaluación de vitroplantas, 2 convenios y 3 contratos nacionales, 1 memorando de entendimiento y 1 contrato internacional. En total fueron 17 las vinculaciones establecidas, de 10 comprometidas en el proyecto. De igual manera, se elaboró el plan de investigaciones para dar respuesta a las demandas del proceso productivo de la Biofábrica en los cultivos de Cocotero, Henequén, Achiote, Papaya, Piña y Stevia, y se desarrolló satisfactoriamente el plan de producción piloto, estando en distintas fases del proceso, la producción de más de 40,000 plantas de los tres cultivos aprobados en la fase 2.

Al cierre del año se culminó el proyecto de infraestructura, con el que se logró:

- La fabricación de 20,000 cajas de cultivo (magentas), con diseño CICY, que se utilizan en los procesos productivos de propagación clonal de todos los cultivos que se producen en la Biofábrica y en los grupos de investigación afines del CICY.



Figura 29 Caja de cultivo con diseño de CICY en uso

- Fabricación de 15 módulos de inmersión temporal para la propagación clonal de especies vegetales mediante el cultivo de tejidos. Estos módulos tienen una estructura rígida que contiene cuatro plataformas basculantes con eje de pivote transversal; un actuador lineal conectado mecánicamente a las plataformas para que, por su acción, puedan ajustarse para oscilar entre dos posiciones extremas, de manera que el movimiento cause la inmersión temporal de las plantas en el medio nutriente.

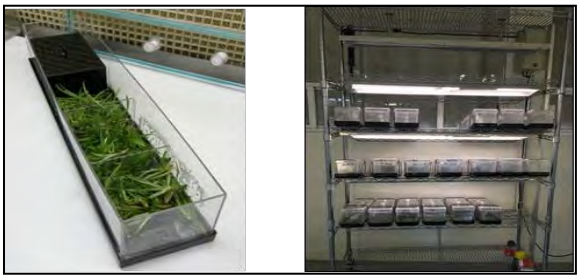


Figura 30 Biorreactores de Inmersión temporal patente CICY

- Se adquirió un Sistema de Inmersión Temporal SETIS de 32 biorreactores.
- Se continuó en el segundo semestre con la micropropagación de especies de interés, contando en diciembre de 2019 con el siguiente inventario:

Especie	Estadio	# de unidades
Cocotero	F1	20,000 estructuras
	GES	5,200 estructuras
	G0.1	7,500 estructuras
	G0	26,600 brotes
	Y3	1,460 plántulas
Henequén	Multiplicación	5,000 brotes
	Crecimiento	40,000 plántulas

Especie	Estadio	# de unidades
Banano *	Multiplicación	1,020 brotes
	Crecimiento	185 plántulas
Mezcal *	Multiplicación	790 brotes
	Crecimiento	750 plántulas
*Nuevas introducciones		

En aclimatación

Especie	# Plantas
Henequén	150,000
Cocotero	1,820
Banano*	120
Chayote**	13

*Protocolo en desarrollo
** Plantas madres

Se elaboró y aprobó un proyecto con la Secretaria 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” , que incluye la producción en la Biofábrica de hasta 300,000 plantas de Henequén y 250,000 de Achiote, así como el fomento de viveros tecnificados de Henequén en desfibradoras del Estado.
Además, durante 2019 se realizaron las siguientes actividades:

- Se elaboró y está en fase de negociación un proyecto para apoyar el Programa Sembrando Vida de la Secretaría del Bienestar del Gobierno Federal durante 2020, que incluye la producción de 600,000 plantas de henequén, 400,000 de Mezcal y 400,000 de Achiote.
- Se comenzó la transferencia tecnológica del protocolo de micropropagación de Mezcal.
- Se comenzó el desarrollo de un protocolo de micro y/o macro propagación de Chayote.
- Se continuó con la puesta en funcionamiento de los sistemas de biorreactores de inmersión temporal.
- Se continuó con el desarrollo y optimización del protocolo de micropropagación del banano.
- Se continuó con el proceso de desarrollo del protocolo para la aclimatación del café producido por embriogénesis somática.
- Se realizó exportación de 600 plantas de coco in vitro a Trinidad y Tobago.
- Se realizó la venta de 40,000 vitroplantas aclimatadas de Henequén a Tamaulipas.
- Ventas nacionales de vitroplantas de coco aclimatadas:
- Se realizó la venta de 200 vitroplantas de cocotero aclimatadas a Michoacán.
- Se realizó la venta de 600 vitroplantas aclimatadas de cocotero a Veracruz.

UNIDAD PRODUCTORA DE SEMILLAS (UPS)

La Unidad Productora de semillas fue creada para la producción de semillas seleccionadas y certificadas de chile habanero en un esfuerzo conjunto con el Gobierno del Estado de Yucatán. Cuenta con invernaderos y está equipada con infraestructura para la extracción, limpieza y almacenamiento de las semillas producidas. Un resumen de las principales actividades desarrolladas en la Unidad productora de Semillas (UPS) en 2019 se presenta a continuación:

a) Con el propósito de poner en operación a la UPS, de manera conjunta con la Dirección de Gestión Tecnológica y el grupo de investigación sobre mejoramiento genético de chile habanero del CICY, el responsable de la UPS participó en la elaboración de un proyecto para financiar la producción de semillas de híbridos de chile habanero. El proyecto se sometió ante la Secretaría de Investigación e Innovación del Gobierno del Estado de Yucatán (SIIES), y ya ha sido aceptado. Este proyecto deberá realizarse en el año 2020,

b) Se continuó con la promoción y difusión de las semillas de chile habanero de las variedades seleccionadas Kisin y Mayan Ba'alche que proporciona el CICY, participando en diferentes eventos: Expocampo, 4 de octubre de 2019, Expocomercio, celebrado en la ciudad de Mérida, Yucatán del 10 al 13 de octubre de 2019.

c) Se atendió la solicitud del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) para actualizar el Directorio de productores, obtentores y comercializadores de semillas (DPOCS), del cual el CICY forma parte y cuya última actualización fue el 21 de julio de 2019.

d) Se apoyó en diversos trámites al grupo de investigación de chile habanero del CICY para la obtención del Título de Obtentor de la variedad denominada Kisin. Dicho Título fue otorgado al CICY el 1º de julio de 2019.

e) Se atendieron las visitas a la UPS de productores, empresarios agroindustriales, funcionarios y académicos con un total 19 grupos y 95 personas, siendo el grupo más numeroso (40), el de los técnicos que participan en el programa federal denominado "Sembrando vida" quienes el 29 de agosto visitaron la UPS y manifestaron su interés en incluir en dicho programa las semillas del CICY.

f) Se atendieron varios problemas correspondientes a daños en infraestructura de la UPS. Las más graves correspondieron a fisuras en la cisterna de almacenamiento de agua de la Unidad. El otro daño severo fue el provocado por una tromba el 12 de mayo, que desprendió una parte del techo de un invernadero.

g) Se realizaron pruebas de germinación de las semillas almacenadas en el cuarto frío de la UPS. Los resultados fueron muy satisfactorios pues en las semillas de las dos variedades disponibles para comercializar se tuvieron porcentajes de germinación del 90%.

h) Con el objetivo de hacer llegar a los productores las semillas de las variedades Mayan Ba'alche y Kisin, existentes en la UPS, el personal de la Oficina de Administración de Proyectos (OAP), en colaboración con el responsable de la Unidad Productora de semillas, preparó durante el mes

de diciembre un plan de trabajo para hacer llegar a los productores las semillas de las variedades existentes para el año 2020.

Eventos organizados por la DGT con el concurso de los sectores público y privado

Como parte de las iniciativas de la DGT en materia de promoción de la cultura de Transferencia Tecnológica, su personal también participa en eventos con el sector público y privado de carácter nacional, regional y local; en algunas ocasiones como participante y promotor del Desarrollo y Transferencia Tecnológica, y en otras como expositor de los servicios que integra la DGT. La descripción de algunos de los eventos más relevantes se da a continuación.

1. Día del Inventor Mexicano

El 18 de febrero de 2019, por quinta ocasión consecutiva, la Oficina para la Protección de la Propiedad Intelectual (OPPI) del CICY, con la intención de promover la creatividad y desarrollar nuevos productos, marcas, diseños o metodologías, conmemoró el Día del Inventor Mexicano con la ponencia: *Blockchain* y su potencial de aplicación en nuevos desarrollos tecnológicos, impartida por el arquitecto Alfonso Govela, miembro de la Academia Nacional de Arquitectura y del Colegio de Arquitectos de México.

2. Día mundial de la Propiedad Intelectual

En el Día Mundial de la Propiedad Intelectual de 2019 se exploró de qué manera la innovación y la creatividad, así como los derechos de propiedad intelectual (PI), respaldan el desarrollo del deporte y su disfrute en todo el mundo. El 29 de abril, se llevó a cabo dicho evento en el CICY, cuyo tema fue "Aspirar al oro: La PI y el deporte". Para ello tuvimos a dos destacados desarrolladores de tecnologías en este ámbito, la Lic. Mariana Guadalupe Palma Carrillo, Fundadora y Directora General de Puntié; y el Mtro. Eduardo Madrid Álvarez de Lugo, Fundador y Director General de Dashport.

3. *Ciclo de Conferencias de Propiedad Intelectual*

Para celebrar el 7º aniversario de la OPPI se programó en colaboración con el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, un Ciclo de Conferencias que estuvo conformado por 4 charlas y un taller
Durante este programa en el que se abordaron las mejores figuras de protección para diversas actividades económicas de interés para la región, participaron elementos de la comunidad del CICY, además de público en general como: estudiantes universitarios, profesores, asociaciones civiles, inventores, emprendedores, entre otros.

4. Visita del Director de I+D de Symborg

El pasado 04 de julio de 2019 tuvimos la visita en CICY de la empresa Symborg con el fin de conocer sus capacidades y vincular un proyecto en específico, durante la reunión hubo un intercambio de experiencias en el tema de nutrición vegetal con miras a la transferencia de tecnología.

5. Visita del Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torres (Veracruz)

El pasado 16 de octubre de 2019 recibimos la visita de los académicos del Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre quienes recorrieron la unidad Mérida, el laboratorio de metrología y asistieron al CIT y a la UER en el parque científico tecnológico de Yucatán, así mismo, se les presentó información respecto a la dirección de Docencia, Dirección de Gestión Tecnológica, la Unidad de Ciencias del Agua (UCIA) y de la Unidad de Biotecnología, con el fin de realizar conjuntamente actividades que permitan conseguir el máximo desarrollo en la formación y especialización de recursos humanos, investigaciones conjuntas, desarrollo tecnológico y académico, asesorías técnicas y académicas en los campos de interés afín, asegurando el máximo aprovechamiento del recurso humano y la infraestructura establecida

6. Visita de la Empresa BlueSky Organics

El día 24 de octubre de 2019, en la sala académica del CICY, se llevó a cabo un encuentro entre investigadores, personal de la Dirección de Gestión Tecnológica del CICY y empresarios de BlueSky Organics y Omniterra. El objetivo de dicha reunión fue difundir y presentar diversos proyectos del CICY a la empresa BlueSky Organics, con la finalidad de una posible Vinculación con la misma.

DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN Y GESTIÓN

La Dirección de Planeación y Gestión (DPG) es la responsable de la coordinación de la sesiones del Consejo Técnico Consultivo Interno, de la Comisión Dictaminadora Externa y del Comité Externo de Evaluación del CICY, funge como Enlace Institucional en el programa Cátedras CONACYT, así como también, es la responsable de la implementación y seguimiento del Plan Estratégico, elaboración de informes, Coordinación de Sistema de Productos Académicos, Análisis de Procesos del Centro, Coordinación de eventos académicos y de las visitas escolares a nivel superior.

La Dirección de Planeación y Gestión tiene a su cargo seis departamentos de apoyo transversal al CICY: Biblioteca, Divulgación, Instrumentación, Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Microscopio Eléctrico de Barrido y Viveros.

La Comisión Dictaminadora Externa es la encargada de analizar y evaluar el ingreso, promoción y pertinencia del personal científico y tecnológico, así como de asignar las categorías y niveles citados en los tabuladores autorizados en cada uno de los Centros Públicos de Investigación CONACYT (CPI). El 7 y 8 de marzo de 2019 se llevó a cabo la reunión ordinaria de dicho cuerpo colegiado donde fueron evaluados 24 expedientes del personal, de los cuales 18 resultaron aprobados para promoción; es decir el 75%.

La reunión ordinaria del Comité Externo de Evaluación se efectuó los días 21 y 22 de febrero de 2019 en Mérida, Yucatán. El desempeño institucional fue evaluado como satisfactorio.

El CICY mantiene una activa participación en las convocatorias del Programa de Cátedras CONACYT. Actualmente se cuenta con 16 investigadores de este programa asignados al CICY.

Celebración del 40 aniversario

En 2019, el Centro festejó su 40 aniversario enmarcado en una serie de eventos que permitieron, a lo largo del año, la convivencia, intercambio de experiencias y reflexión sobre la trayectoria del Centro, entre el personal de la Institución e invitados especiales.

Para culminar con la celebración, se realizó la semana del Aniversario, iniciando el 11 de noviembre, con la conferencia “CICY a sus 40 años” a cargo de la Dra. Lourdes Miranda Ham, investigadora de la Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, quien con gran sentimiento y desde sus recuerdos presentó la historia del CICY.



Figura 31. Conferencia " CICY a sus 40 años"

El 12 de noviembre se contó con la participación del Premio Nobel de la Paz Dr. Omar Masera Cerruti, quien impartió una la Conferencia Magistral titulada “Bioenergía, sustentabilidad y mitigación del cambio climático”, con esta charla compartió con el Centro sus evidencias y preocupaciones sobre el cambio climático, bioenergía y sustentabilidad.



Figura 32. Conferencia "Bioenergía, sustentabilidad y mitigación del cambio climático"

El 13 de noviembre se llevó a cabo la conferencia “De Científico a Empresario” a cargo del Dr. J. Arturo Fuentes González, Director General de EGraft y de los Dres. Andrés Castell Rodríguez y Dr. Miguel Herrera Enríquez Socios de EGraft, quienes nos platicaron sobre sus experiencias y los retos que han enfrentado para llevar la investigación a la Industria.



Figura 33. Conferencia "De Científico a Empresario"

El 14 de noviembre se llevó a cabo la mesa panel “Quíntuple Hélice: Ciencia-Empresa-Gobierno-Sociedad-Medioambiente” en ella participaron cinco actores del andamiaje necesario para crecimiento económico y social. Representando a la **Ciencia**, la Dra. Teresa Hernández Sotomayor-Presidenta de la AMC Sección Sureste, la **Empresa**, Dr. Ernesto Rodríguez Leal-Director de Innovación de Grupo Rotoplas, **Gobierno**, Mtro. Bernardo Cisneros Buenfil-Secretario de Investigación, Innovación y Educación Superior, **Sociedad**, Mtra. Marcela Montero Mendoza-Coordinadora de Desarrollo Académico Escuela de Humanidades, Universidad Modelo y **Medio Ambiente**, M.G.A. Diana Pérez

Jaumá-Subsecretaria de Planeación para la sustentabilidad Secretaría de Desarrollo Sustentable, Gobierno de Yucatán.



Figura 34. Mesa Panel Quíntuple Hélice

Y como cierre de la semana de aniversario, el 15 de noviembre se llevó a cabo la plantación simultanea de árboles en los tres campus CICY - Mérida, Unidad de Ciencias del Agua (UCIA) en la Ciudad de Cancún y en la Unidad de Energía Renovable (UER) en el Parque Científico y Tecnológico de Yucatán.

(a)



(b)



(c)



Figura 35. Plantación simultánea de árboles en (a) CICY Mérida, (b) Parque Científico y Tecnológico de Yucatán y (C) CICY Cancún

Este evento se llevó a cabo para dejar constancia y memoria de lo que el CICY ha realizado a lo largo de sus 40 años. Las especies plantadas fueron: *Plumeria rubra* (flor de mayo), en el Parque Científico Tecnológico de Yucatán, en Sierra Papacal; *Cordia dodecandra* (ciricote), en la Unidad de Ciencias del

Agua, en Cancún, Quintana Roo; *Pseudobombax ellipticum* (amapola), en la entrada principal del CICY, en Mérida.

El mismo 15 de noviembre por la tarde se llevó a cabo la Ceremonia de Aniversario, donde se reconoció al personal por sus 5, 10 ,15 ,20 ,25 ,30 y 35 años de labor. La ceremonia cerró con la presentación de la Banda Sinfónica Juvenil "Luis Fernando Luna Guarneros".





Figura 36. Ceremonia de aniversario

BIBLIOTECA

El esfuerzo realizado para la difusión de los servicios de este departamento consistió en diversos cursos, pláticas, jornadas entre otras acciones programadas en las diferentes sedes del CICY. Durante 2019 se otorgaron 160,838 servicios, de estos el 91% fueron electrónicos y 9% presenciales a 18051 usuarios, 47% virtuales y 53% presenciales (Figura 37). Cabe destacar que la mayoría de los servicios electrónicos utilizados forman parte de colecciones contratadas a través de redes y consorcios.

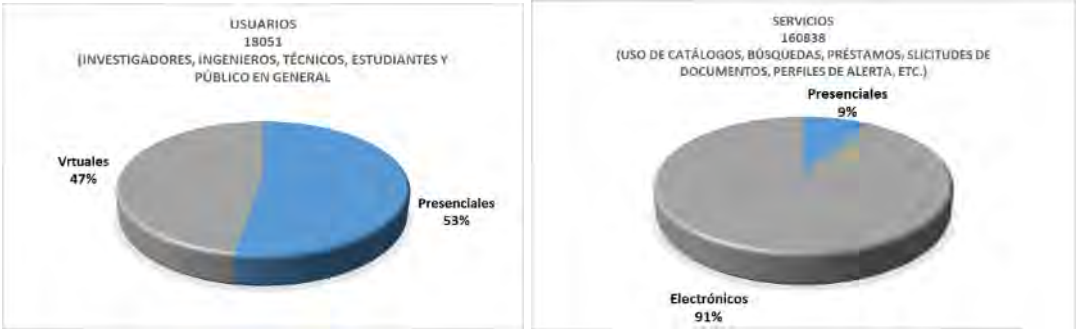


Figura 37 Usuarios y Servicios

Se obtuvieron 416 artículos a través de las redes de bibliotecas en convenio. Los artículos son el tipo de documento más solicitado, en esta ocasión seguido por las Normas y los capítulos de libros, los cuales en los últimos dos años han tenido un repunte. De igual manera se atendió la solicitud de 132

documentos requeridos por instituciones que forman parte de las redes afines al CICY y que como política de intercambio se retribuye.
Se realizaron búsquedas de citas a 18 usuarios, dicha búsqueda consistió en la revisión de 555 artículos, 85 libros, capítulos de libros y tesis, obteniéndose 7775 citas a estos documentos a través de Clarivate Analytics, Scopus y en algunos casos Google Scholar. Se procesaron 207 libros, 149 tesis, 191 revistas y 345 artículos. Se elaboraron 11 boletines de nuevas adquisiciones, disponibles en la web. Se actualizó el catálogo de tesis con 149 registros. De igual manera se repararon 5 libros detectados con daños menores y que no están contabilizados dentro del proceso de encuadernación mayor.

DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACIÓN

El Departamento de Instrumentación es un área de apoyo que actúa en el universo de los recursos instrumentales y tecnológicos del Centro y de las tecnologías involucradas. Las actividades sustantivas son:

- Desarrollo e implementación de sistemas de monitoreo y control de procesos.
- Diseño, construcción, reconstrucción, adaptación e instalación de equipos e instrumentos.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e instrumentos científicos, de cómputo y otros.
- Asesoría y asistencia para la selección y adquisición de equipos, instrumentos y accesorios.
- Apoyo y asesoramiento a investigadores, ingenieros, técnicos y estudiantes en la operación y cuidado de equipos e instrumentos
- Contribución a la formación de recursos humanos al participar en el programa institucional de educación continua; a través del asesoramiento a estudiantes de licenciatura y alumnos de servicio social, prácticas profesionales y entrenamiento de diversas instituciones académicas y tecnológicas de la región.
- Participación y colaboración en los programas institucionales de divulgación de la ciencia.

En este período se atendió el 93% de 633 solicitudes de servicio recibidas, así como también se logró la recuperación o rehabilitación integral 2 incubadoras de la UCIA (Cancún).
De acuerdo con el Programa de mantenimiento preventivo, se realizaron 42 servicios conforme a lo siguiente: 18 bombas de vacío; 12 autoclaves; 2 agitadores orbitales, 5 liofilizadoras y 5 ultracongeladores; los citados equipos pertenecen a GEMBIO y a las Unidades de: Materiales, Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Biotecnología y Recursos Naturales - en la sede Mérida; y a la Biofábrica y al Banco de Germoplasma - en la sede del PCyT. En el marco de este programa, se complementa la capacitación dirigida a los usuarios de estos equipos, por lo que se continuó con la impartición de talleres para su correcta operación y cuidado.
Como insumo para la elaboración del programa institucional de ahorro de energía se dio inicio al muestreo periódico del consumo de energía eléctrica en la sede Mérida en la primera semana de junio,

obteniéndose información acerca del ritmo de consumo de energía en función de la presencia y ausencia de actividad humana.

Desarrollo de Instrumentación

Durante este periodo se desarrolló y construyó instrumentación para diferentes áreas, destacándose:

- 4 módulos automatizados para el cultivo *in vitro* por inmersión temporal para el Laboratorio de Propagación Clonal.
- 5 módulos automatizados para el cultivo *in vitro* por inmersión temporal para la Biofábrica.
- El diseño e instalación de un sistema de manejo de gases para celda de permeación, Unidad de Materiales
- Diseño y fabricación de un molde de Teflón para la elaboración de probetas, U. Materiales.

UNIDAD DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES (UTIC)

La UTIC es un área de apoyo transversal a todos los procesos sustantivos y de apoyo, su integración y alineación a la estrategia institucional requiere de un respaldo y compromiso en la asignación de presupuesto. De esta forma, es requerida la renovación de infraestructura que de soporte a los servicios informáticos demandados por todos los procesos del Centro. Para ello, resulta necesaria la definición de estrategias institucionales que permitan, por lo menos, mantener el nivel actual de dichos servicios.

Plan estratégico de tecnologías de la información y comunicaciones (PETIC)

Análisis para determinación de requerimientos del Sistema Integral Administrativo

El CICY requiere mejorar sus condiciones administrativas y operativas para cumplir eficientemente con sus fines y objetivos e incrementar su productividad. El adecuado desempeño de las tareas administrativas facilita el desarrollo de la actividad sustantiva, a través de una administración moderna, ágil y acorde con la evolución del Centro. Actualmente el CICY mantiene la operación automatizada de sus procesos administrativos, contables, financieros y fiscales en el Sistema Net-Multix, sin embargo, este sistema no logra cubrir todos los requerimientos actuales que van surgiendo de acuerdo con las modificaciones gubernamentales, además de que las actualizaciones y/o asesorías son de un alto costo. Adicional a lo anterior, el Centro necesita de una personalización de la herramienta que permita definir las funcionalidades específicas que respondan a necesidades puntuales, evitando la dependencia respecto del proveedor.

Se realizó el análisis los procesos involucrados para la especificación de los actores y de los requisitos de cada área. El proyecto concluyó, obteniendo el documento final de requerimientos de las áreas participantes en el proyecto.

Diagnóstico de necesidades de automatización de servicios que presta el CICY

La incursión de soluciones de tecnologías de información en todas las formas de organización representa una probada mejora de los procesos en los que estratégicamente se lleve a cabo su integración. En las sociedades actuales, con el crecimiento poblacional, la tendencia mundial a la

digitalización y la globalización generalizada, el proveer productos y servicios digitales resulta inminentemente necesario para el sostenimiento de la competitividad.
Se llevó a cabo la revisión de los servicios ofrecidos en CICY y luego del análisis, se determinó cuáles son factibles de digitalización y se estableció el nivel a alcanzar para cada uno.

Principales Actividades de la UTIC

1. SEGURIDAD INSTITUCIONAL. Durante el año 2019 se realizaron las sesiones ordinarías del Grupo de Seguridad de la Información, en las que se aprobaron el análisis de Riesgos 2019 y se dio conclusión a los dos controles programados para su implantación en este año. También se actualizó el software Antivirus Symantec End Point Protection con sus 350 clientes, el software Desktop and Laptop Option (Software End Point de Respaldo) y el Veritas Backup Exec (Software de respaldo para servidores). A finales de año, mediante servicio de arrendamiento, se renovó firewall que da servicio al campus Mérida.
2. SUPERCÓMPUTO. En el 2019 se implantaron 45 aplicaciones/librerías. Se atendió en promedio a 17 usuarios, los cuales durante el periodo que se reporta ejecutaron 589 trabajos en el equipo de supercómputo.
3. SITIO WEB INSTITUCIONAL. A la fecha el sitio web está conformado por un portal principal, 37 micrositios, 635 páginas y 10 aplicaciones web. El sitio web tuvo durante el año 209,029 sesiones, siendo el sitio del posgrado el más consultado con un total de 16,201 visitas. Nuestra intranet está conformada por el sitio principal, 10 micrositios y aproximadamente 89 páginas y 19 aplicaciones web.
4. APOYO A CONTRATACIONES TIC. En el período, para dar continuidad a la operación de las tareas institucionales que hacen uso de Tecnologías de información, se gestionaron 7 estudios de factibilidad, de dichos estudios los 7 fueron aprobados. Entre las contrataciones derivadas de los estudios de factibilidad gestionados, se encuentran las contrataciones de mantenimiento de licencias de software, arrendamiento de equipos de impresión institucionales. También se dio seguimiento a 28 contratos en el transcurso del año.
5. REDES Y TELECOMUNICACIONES. Actualmente la UTIC da soporte a servicios de redes y telecomunicaciones en cuatro campus en tres Estados, en cuanto a las capacidades de los servicios de Internet tenemos que, en la sede principal en Mérida, se tiene un ancho de banda de 1270 Mbps, en la sede Sierra Papacal, se tiene la capacidad para internet de 140 Mbps, así mismo en la sede Cancún, se tiene la capacidad para internet de 116 Mbps y en el ADESUR en Acapulco, Guerrero se cuenta con un enlace de 20 Mbps, lo anterior, soportado con 69 switchs, 51 puntos de acceso inalámbrico y cuatro equipos de seguridad perimetral (firewall) todos administrados por personal de la UTIC.
El Centro posee 8 Equipos de Video Conferencia, sin embargo, solo la mitad se encuentran en condiciones de operación debido a fallos en hardware que requieren la adquisición de refacciones. En lo que corresponde al número de sesiones en el periodo que se reporta el apoyo a 122 reuniones que equivalen a 354 horas.

6. SOPORTE TÉCNICO. Por medio de la mesa de servicios durante el 2019 se han recibido y dado seguimiento a un total de 1675 incidentes. Durante este año, se integraron al Centro 13 equipos de cómputo para usuario final, 3 computadoras de escritorio, 1 tipo mini y 9 computadoras portátiles.

LOGROS

Adopción de Firma Digital Avanzada

Como parte del seguimiento para impulsar la adopción del uso de firma digital avanzada se impartieron 2 cursos de capacitación a los usuarios del Sistema SARIP para "El uso de la Firma electrónica certificada en el proceso de Comisión al Personal", los cursos fueron organizados por el Departamento de Recursos humanos impartidos por personal de la UTIC. En cuanto al funcionamiento de la plataforma el área de Adquisiciones ha gestionado 2 dictámenes técnicos por medio del SARIP mientras que el área de RRHH ha procesado cerca de 1622 trámites en el año.

DEPARTAMENTO DE DIVULGACIÓN

Este departamento acerca los logros y los servicios del CICY a la sociedad; procura la apropiación pública del conocimiento; promueve y posiciona la imagen de CICY, y mantiene comunicado al CICY con sus públicos de interés, tanto internos como externos.

Su función corresponde a la actividad sustantiva de Divulgación que, además, considera la coordinación de eventos institucionales de apropiación pública del conocimiento, la comunicación interna y externa, el diseño y la producción de materiales institucionales, la fotografía de los eventos realizados y la edición de los libros que publica el CICY bajo su propio sello editorial.

Los **tres logros** destacables del Depto. de Divulgación durante 2019 fueron:

1) La **visibilidad** externa del CICY a través de medios masivos y redes sociales, Figura 38



Figura 38.Impacto en medios y redes sociales

2) Para la **continuidad** de Talento CICY, con el esfuerzo y el financiamiento institucional, se realizó la octava edición, a pesar de no haber sido aprobado el proyecto en la convocatoria del CONACYT, Figura 39.



Figura 39. Talento CICY 2019

3) La **realización** de 23 videos de promoción de los posgrados y su publicación en redes sociales, así como la producción de los primeros seis materiales en audio y video de *Ciencia, ¿para qué?*; Figura 40.

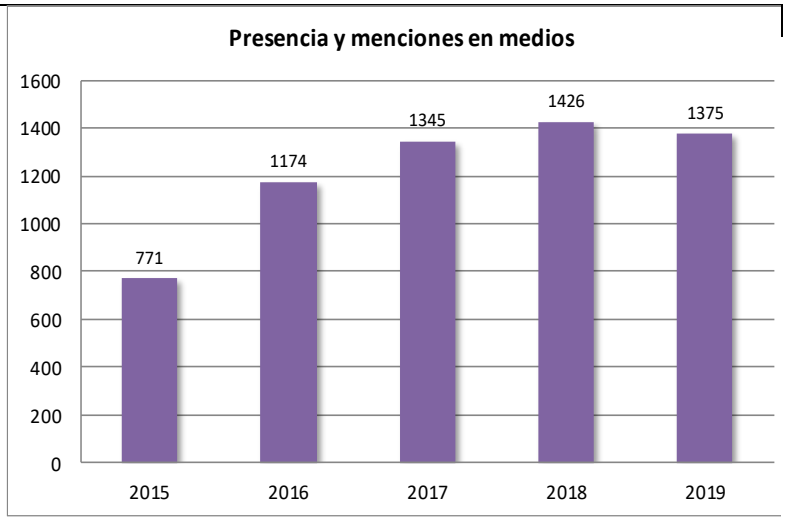


Figura 40 Videos de promoción de los posgrados y logotipo de la nueva serie de divulgació

La presencia del CICY hacia el exterior se vio reflejada 1375 veces en diversos medios, Tabla 16.

Tabla 16 Presencia del CICY en medios de Comunicación

Presencia en medios	No.
Salas de prensa, agencias y portales	836
Prensa local	220
Prensa nacional	82
Radio	58
Televisión	76
Boletines	69
Colaboraciones	34



En 2019 se elaboraron 70 boletines de prensa y se continuó con la información en redes sociales y las noticias en línea, donde se desarrollaron y subieron 48 contenidos informativos en el sitio web del CICY y se generaron 23 materiales de la campaña #Orgullo CICY, para la promoción de logros institucionales. En cuanto a espacios de divulgación para los académicos, se realizaron 250 gestiones de entrevistas con medios, se continúa con las colaboraciones en espacios gestionados por el Consejo Asesor de Divulgación, Comunicación y Relaciones Públicas del CONACYT (CADI) del Sistema de Centros Públicos de Investigación CONACYT: el blog *México es Ciencia* y *La Crónica de Hoy*, y se envían textos a la sección "Los investigadores escriben" de la publicación *Investigación y Desarrollo*. Asimismo, se consiguió un espacio radiofónico semanal en Radio Fórmula y se publicó un cómic sobre el reciclado de plásticos, basado en un cuento escrito por académicos de la Unidad de Materiales

En redes sociales, a finales de mayo empezamos a publicar en Instagram y se incrementaron las cifras de seguidores en todas nuestras redes, Figura 41.

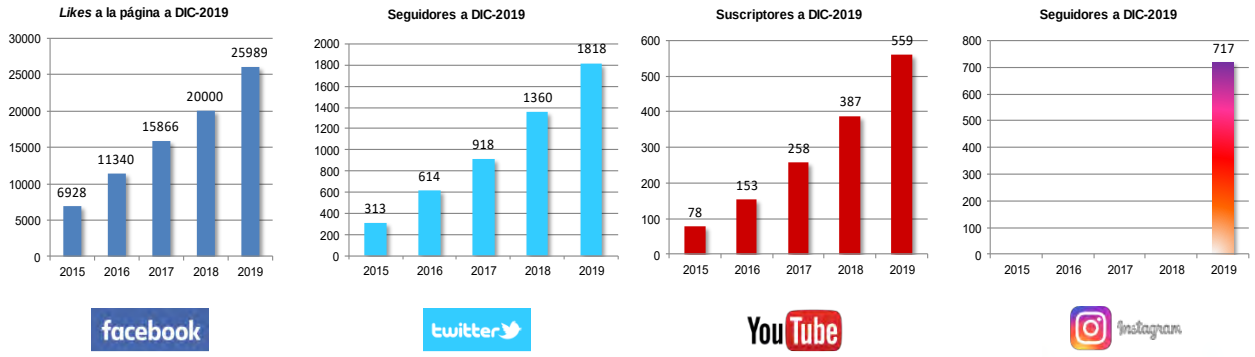


Figura 41. Incremento en seguidores en redes sociales

En comunicación interna, se editaron 223 publicaciones diarias, 142 especiales, 41 semanales y 12 mensuales, manteniendo sus cifras de producción.
Este año a raíz de las medidas de austeridad se desarrolló e implementó la campaña de Ahorro de Energía, Figura 42.



Figura 42. Campaña de ahorro de energía

En 2019, la institución realizó diversos eventos de divulgación y apropiación pública de la ciencia, el tipo de académicos que los atendió, así como tipo de personal atendido se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Eventos de divulgación y apropiación pública de la Ciencia

PARTICIPACIÓN EN ACTIVIDADES DIVULGACIÓN	NO. EVENTOS	PERSONAL	ESTU-DIANTES	TOTAL DIVULGA-DORES	MENORES ATEND. **	ADULTOS ATEND. **	TOTAL, PERSONAS ATENDIDAS
Actividades y demostraciones	3	3	3	6	5	0	85
Entrevistas para prensa/internet	76	57	5	62	0	0	0
Entrevistas en radio	67	55	3	58	0	0	0
Entrevistas en televisión	89	66	2	68	0	0	0
Eventos (Expos, Festivales, Día de los Jardines, etc.)	85	582	665	1247	2952	4204	15370
Conferencias	24	17	15	32	0	849	1119
Cursos y Talleres (Raíces Científicas, Savia, Talento CICY)	48	101	73	174	124	397	1042
Exposiciones museográficas	1	5	1	6	0	0	0
Visitas (guiadas y escolares)	142	132	16	148	0	1011	2859
Otros	4	3	0	3	0	0	190
Conferencias de prensa	9	15	1	16	0	0	0
TOTAL	**548**	**1036**	**784**	**1820**	**3081**	**6461**	**20665**

** Se menciona cuando se pudo contar la diferenciación. De otra forma, las personas se reportan en el total.

En cuanto a los libros, para 2020 se prevé generar las cartas permiso del Sello Editorial CICY para que se digitalicen y/o publiquen, en formato *.pdf, todos los libros editados por el CICY a lo largo de 40 años

(a excepción del más reciente, *Arecáceas yucatanenses: ciencia y arte*), tanto en la plataforma de Acceso Abierto como en nuestro sitio web.

LABORATORIO DE MICROSCOPÍA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)

El laboratorio de microscopia del CICY realiza estudios morfológicos y determinación de elementos químicos para sustentar diversos estudios científicos del Centro, esto soportado con el microscopio electrónico de barrido JEOL 6390 LV.

El laboratorio atendió 200 solicitudes de 27 investigadores CICY y 3 usuarios externos (UADY, COLPOS y ECOSUR) y que sumaron 550 horas de servicio: UMAT (47.5 %), UER (6. %), UBBMP (3.5 %), UBT (2.5 %), UCIA (6.5) %, RN (14.5 %), usuarios externos (6.4 %), cursos y demostraciones (13 %).

En usuarios externos se realizó un estudio morfológico del polen con el Dr. Juan Javier Ortiz Díaz, Investigador del área de botánica de la UADY. Se realizó un estudio de la morfología de las bromelias con el Dr. Manuel Jesús Cach-Pérez, Investigador Cátedras CONACYT El Colegio de la Frontera Sur-Villahermosa y actualmente se estudia la morfología de los diferentes estadios de la semilla de Laelia con el Dr. Fulgencio Alatorre, Investigador Cátedras COLPOS, Campeche.

Así, este laboratorio contribuyó al desarrollo de la Investigación científica ya que las imágenes o microanálisis aparecen registrados en 25 artículos científicos, 12 tesis de doctorado, 20 tesis de licenciatura y 13 tesis de maestría.

VIVEROS

El CICY cuenta con un área de viveros, invernaderos y casas sombra para brindar apoyo a los trabajos relacionados con proyectos de investigación en los que se requieran estos espacios.

Actualmente contamos con seis invernaderos de diferentes tamaños y características, un invernadero de Bioseguridad, cinco casas sombras de diferentes tamaños, 24 camas descubiertas y seis camas húmedas, una imagen del vivero se observa en la Figura 43.



Figura 43. Instalaciones del vivero que alberga la colección de orquídeas

Durante el año 2019, el vivero contribuyó con la multiplicación de diferentes variedades de orquídeas a partir de keikis (brotes adventicios) o por división de las plantas, así como también se reprodujeron diferentes variedades de plantas, ya sea por esqueje: stevia, lavanda, albahaca, crotos, adenium y por semilla: vicaria, las cuales se vendieron en distintos eventos, como una forma de generar recursos que permitirán invertir en su sostenibilidad.