









CONVENIO DE COLABORACIÓN PARA LA INSTRUMENTACIÓN DE ACCIONES INTERINSTITUCIONALES RELACIONADAS CON EL DESARROLLO DEL PROYECTO DENOMINADO "CAJA DE COLMENA INTELIGENTE PARA IMPLEMENTAR APICULTURA DE PRECISIÓN", EN LO SUBSECUENTE "EL PROYECTO", QUE CELEBRAN POR UNA PARTE EL CONSEJO QUINTANARROENSE DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA REPRESENTADO EN ESTE ACTO POR SU DIRECTOR GENERAL EL ING. VÍCTOR MANUEL ALCÉRRECA SÁNCHEZ, ASISTIDO POR LA LIC. EDITH MARGARITA LÓPEZ GONZÁLEZ EN SU CARÁCTER DE DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS. EN LO SUCESIVO "EL COQCYT"; POR OTRA PARTE, LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL MTRO. FRANCISCO XAVIER LÓPEZ MENA, EN SU CARÁCTER DE RECTOR. EN LO SUCESIVO "LA UNIVERSIDAD"; Y POR OTRA PARTE LA UNIVERSIDAD INTERCULTURAL MAYA DE QUINTANA ROO, REPRESENTADA POR EL PROF. RAFAEL ANTONIO PANTOJA SÁNCHEZ, EN SU CARÁCTER DE ENCARGADO DEL DESPACHO DE LA RECTORÍA Y REPRESENTANTE LEGAL, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ "EL USUARIO", Y A QUIENES CUANDO ACTÚEN DE MANERA CONJUNTA SE LES DENOMINARA "LAS PARTES"; AL TENOR DE LOS ANTECEDENTES. DECLARACIONES Y CLÁUSULAS SIGUIENTES:

ANTECEDENTES

PRIMERO. El proyecto denominado "Caja de Colmena Inteligente para implementar Apicultura de Precisión" tiene como objeto implementar un prototipo de colmena inteligente, introduciendo un sistema electrónico y algoritmos de inteligencia artificial para monitorear, analizar los datos, y optimizar la calidad y cantidad de miel; de manera que, tomando ventaja del uso de tecnologías, los apicultores del Estado de Quintana Roo podrán recolectar información precisa de sus apiarios reduciendo las incertidumbres en la toma de decisiones requeridas para su administración; además de, garantizar una adecuada producción de miel y proteger a las abejas para que realicen su labor.

SEGUNDO. Debido a la importancia del proyecto que nos ocupa el Consejo Directivo del Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología mediante ACUERDO XVII/C.D/S.O.II/2022 tomado en la Segunda Sesión Ordinaria de fecha 20 de mayo del año 2022; autorizó el uso de recursos de la cuenta de aportaciones del IEQROO para el proyecto denominado "Caja de Colmena Inteligente para implementar Apicultura de Precisión", hasta por la cantidad de \$385,000.00 (son: trescientos ochenta y cinco mil pesos 00/100 moneda nacional); siendo los desarrolladores la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo.

DECLARACIONES

I. Declara "EL COQCYT":

I.1. Que es un Organismo Público Descentralizado de la Administración Pública del Estado de Quintana Roo, con personalidad jurídica y patrimonio propio, creado mediante Decreto publicado en fecha veinte de diciembre del año de mil novecientos noventa y nueve, y abrogado por la Ley de Ciencia y Tecnología del Estado de Quintana Roo, publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo de fecha quince de junio del año dos mil seis.













- I.2. Que compete al Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología la aplicación y vigilancia de la Ley de Ciencia y Tecnología del Estado de Quintana Roo, conforme a lo previsto en el artículo 2° de dicha Ley.
- I.3. Que en términos del artículo 20 fracciones I y III de la Ley de Ciencia y Tecnología del Estado de Quintana Roo, en correlación con el numeral 19 de dicha Ley, la representación legal del Organismo Público Descentralizado recae en su Director General, Ing. Víctor Manuel Alcérreca Sánchez, quien tiene las facultades necesarias para suscribir el presente convenio, conforme al nombramiento expedido a su favor por el Ciudadano Gobernador del Estado, C.P. Carlos Manuel Joaquín González, en fecha 26 de septiembre de 2016.
- I.4. Que para los efectos de este convenio señala como su domicilio legal el ubicado en Avenida Insurgentes s/n, entre Juárez y Corozal de la Colonia Constituyentes de la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo.

II. Declara "LA UNIVERSIDAD":

- II.1. Que mediante publicación en el Periódico Oficial del Estado en fecha 14 de septiembre de 1994, se decretó la Ley Orgánica de la Universidad de Quintana Roo, como Organismo Público Descentralizado del Estado de Quintana Roo, con personalidad jurídica y patrimonio propio.
- II.2. Que mediante Decreto número 222 (doscientos veintidós) de fecha 24 de marzo de 2022, se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Universidad de Quintana Roo, en sus articulados 1°, 2°, el párrafo primero y los párrafos primero y segundo de la fracción I del artículo 3°, el párrafo primero del artículo 6°, artículo 8°, artículo 9°, artículo 11, artículo 39, artículo 41; y se adicionan: el artículo 41 bis, todos de la Ley antes mencionada, cambiando su naturaleza a un órgano autónomo, como su denominación de Universidad de Quintana Roo a Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo.
- II.3. Que tiene entre sus fines impartir educación superior en los niveles técnicos, de licenciatura, estudios de posgrado, cursos de actualización y especialización mediante las diferentes modalidades de enseñanza para formar a los profesionistas, profesores e investigadores que requiere el Estado de Quintana Roo, la región y el país, en su armónico desarrollo socioeconómico y cultural; organizar, fomentar y generar nuevos conocimientos mediante programas de investigación científica, humanística, social cultural y de desarrollo tecnológico, buscando principalmente resolver las necesidades de la sociedad quintanarroense y la del país en general.
- II.4. Que para el cumplimiento de sus fines cuenta, entre otras, con las siguientes facultades: planear, programar, organizar, ejecutar y evaluar sus actividades académicas de docencia, investigación, difusión y extensión de la cultura, las labores relacionadas con el desarrollo científico, tecnológico y cultural; y las actividades administrativas y técnicas inherentes a las anteriores; celebrar toda clase de actos jurídicos para el cumplimiento de sus fines, así como administrar libremente su patrimonio.
- II.5. Que el Mtro. Francisco Xavier López Mena, en su calidad de rector, cuenta con las facultades suficientes, para suscribir el presente Convenio, de conformidad a lo previsto en los artículos 23 y











26 de la Ley Orgánica, 55 y 56 del Reglamento General, ambos de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo.

- II.6. Que se encuentra inscrita en el RENIECyT con el número 910.
- II.7. Para efectos derivados del cumplimiento del presente convenio, señala como su domicilio legal el ubicado en Av. Boulevard Bahía s/n, Esquina Ignacio Comonfort, de la Colonia del Bosque, C.P. 77019, en la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo
- II.8. Que su intervención en la ejecución de "EL PROYECTO" le permitirá ser la institución puente para la administración de los recursos autorizados y aportados para su desarrollo, coadyuvando para el desarrollo del proyecto denominado "Caja de Colmena Inteligente para implementar Apicultura de Precisión".

III. Declara "EL USUARIO":

- III.1 Es un organismo descentralizado de la Administración Pública Paraestatal del estado de Quintana Roo, con personalidad jurídica y patrimonio propio, conforme lo establece su Decreto de Creación, publicado en el Periódico Oficial del Estado, el 30 de octubre de 2006 y modificado el 15 de abril de 2009 lo cual fuera publicado en el mismo medio oficial.
- III.2 De conformidad con el artículo 3 del Decreto por el que se modifica sustancialmente el decreto por el que se creó la Universidad Intercultural de la zona Maya del Estado de Quintana Roo, como Organismo descentralizado de la Administración Pública Paraestatal, la Universidad tendrá por objeto promover la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo humano de la sociedad, con énfasis en los pueblo indígenas; revalorar los saberes de las comunidades y propiciar un proceso de síntesis con los avances de los conocimientos científicos y la cultura contemporánea; y, fomentar la difusión de los valores propios de las comunidades, abrir espacios para promover la revitalización, desarrollo y consolidación de las lenguas y culturas originarias, para mantener una relación permanente de las tareas universitarias con la comunidades del entorno.
- III.3 Tiene como misión social de carácter estatal y regional que, paralelamente a su atención a las demandas al estado de Quintana Roo, del Sureste Mexicano y del País, proyecte principalmente sus actividades hacia el desarrollo sostenible de los pueblos originarios de la región, de conformidad con la fracción II, artículo 9° del Reglamento Interior de la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo.
- III.4 Para el cumplimiento de su objeto cuenta con las siguientes facultades, de acuerdo con el artículo 6 del Decreto por el que se modifica sustancialmente el decreto por el que se creó la Universidad Intercultural de la zona Maya del Estado de Quintana Roo:
 - VI. Organizar, desarrollar e impulsar la docencia, la investigación y la difusión de la cultura y extensión de los servicios educativos en la perspectiva de la revalorización, desarrollo y consolidación de las culturas y lenguas.
- VII. Determinar sus programas de investigación y vinculación.











- XIV. Impulsar estrategias de participación y concertación con los miembros de la comunidad, los sectores público, privado y social, para fortalecer las actividades académicas.
- XV. Celebrar convenios de colaboración con instituciones y organismos nacionales, extranjeros y multinacionales para el desarrollo y fortalecimiento de su objeto.
- III.5 El Prof. Rafael Antonio Pantoja Sánchez, en su calidad de Encargado del Despacho de la Rectoría y Representante Legal de la Universidad, lo cual acredita con el oficio número 1S.1/SEQ/OS/767/2018 de fecha 04 de diciembre de 2018, suscrito por indicación del C. P. Carlos Manuel Joaquín González, Gobernador del estado de Quintana Roo, por la Secretaria de Educación de Quintana Roo, cuenta con las facultades suficientes para suscribir el presente Convenio.
- III.6 Para los efectos de este instrumento señala como domicilio el ubicado en carretera Muna Felipe Carrillo Puerto, kilómetro 137, sin número, C. P. 77870, en la localidad de La Presumida, municipio de José María Morelos, Quintana Roo, el cual queda señalado para todos los fines y efectos legales de este Convenio.

IV. Declaran "LAS PARTES"

- IV.1. Que reconocen el carácter, la personalidad jurídica y capacidad legal con la que comparece cada una de ellas a la celebración del presente Convenio;
- IV.2. Que cuentan con recursos humanos, materiales y técnicos necesarios para el desarrollo de "EL PROYECTO" objeto del presente Convenio;
- IV.3. Que es su deseo sumar esfuerzos y capacidades institucionales para el desarrollo de "EL PROYECTO"; y
- IV.4. Que las anteriores declaraciones son ciertas y no existe error, dolo, mala fe o cualquier otro vicio del consentimiento que pudiera invalidar la celebración del presente Convenio.

Expuesto lo anterior, "LAS PARTES" sujetan su compromiso a la forma y términos que se establecen en las siguientes:

CLÁUSULAS

PRIMERA. OBJETO. El objeto del presente convenio es establecer las bases y procedimientos de colaboración y cooperación, entre "EL COQCYT", "LA UNIVERSIDAD" y "EL USUARIO" para desarrollo del proyecto denominado "Caja de Colmena Inteligente para implementar Apicultura de Precisión" de conformidad con los términos y condiciones de "EL PROYECTO"; el cual se agrega al presente instrumento jurídico como ANEXO UNO para que forme parte integral del mismo; así como para la asignación, ejercicio y supervisión de la aplicación de los recursos económicos destinados a "EL PROYECTO".

SEGUNDA. APORTACIÓN. EL COQCYT" y "LA UNIVERSIDAD", para dar cumplimiento al objeto del presente instrumento jurídico aportarán la cantidad total de \$435,000.00 (son: cuatrocientos treinta y cinco mil pesos 00/100 moneda nacional).













De la cantidad señalada en el párrafo anterior, "EL COQCYT" aportará la cantidad de \$385,000.00 (son: trescientos ochenta y cinco mil pesos 00/100 moneda nacional), y "LA UNIVERSIDAD" aportará la cantidad de \$50,000.00 (son: cincuenta mil pesos 00/100 moneda nacional) de conformidad con el desglose establecido en la estructura financiera establecida en el ANEXO DOS.

TERCERA. CUENTA BANCARIA RECEPTORA. Para la ministración comprometida en la CLÁUSULA SEGUNDA de este Convenio "LA UNIVERSIDAD" se compromete expresamente a contar con una cuenta bancaria, específica y exclusiva para la administración y ejercicio de los recursos, que distinga contablemente su origen e identifique que las erogaciones correspondan al fin autorizado, conforme a lo establecido en este instrumento jurídico. "LA UNIVERSIDAD" acepta y reconoce expresamente que hasta en tanto no cumpla con esta disposición, "EL COQCYT" no realizará la ministración comprometida, sin responsabilidad alguna. Invariablemente, "EL COQCYT", señala que el depósito de los recursos, estarán sujetos a la presentación previa, por parte de "LA UNIVERSIDAD" del comprobante fiscal que en derecho corresponda.

CUARTA. OBLIGACIONES DE "LA UNIVERSIDAD".- Para el cumplimiento del objeto del presente convenio, "LA UNIVERSIDAD", acepta expresamente asumir las obligaciones siguientes:

- a) Ser el responsable de la ejecución y seguimiento de "EL PROYECTO", conforme a los lineamientos establecidos en el presente convenio y el ANEXO UNO.
- b) Destinar los recursos económicos que le sean ministrados con motivo del presente Convenio, incluyendo los rendimientos financieros que por cualquier concepto generen, única y exclusivamente a los fines de "EL PROYECTO";
- c) Ejercer los recursos de conformidad con la normatividad aplicable, debiendo para el caso de que hubiesen recursos económicos no utilizados, reintegrar a la cuenta concentradora de "EL COQCYT":
- d) Garantizar el cumplimiento de los compromisos, tiempos, metas, lineamientos generales y objetivos de "EL PROYECTO";
- e) Aceptar y facilitar la realización de visitas de supervisión e inspección, y brindar la información y documentación desagregada por género que solicite "EL COQCYT", o las instancias fiscalizadoras competentes, para los efectos que dichas instancias requieran;
- f) Designar un Responsable Técnico y un Responsable Administrativo de "EL PROYECTO" cuyas designaciones deberán ser comunicadas por escrito a "EL COQCYT"; en la inteligencia que cualquier cambio en los referidos representantes deberá ser notificado a "EL COQCYT" dentro de los 3 (tres) días hábiles siguientes a la nueva designación;
- g) Informar en forma semestral, a "EL COQCYT" a través de los Responsables Técnico y Administrativo de "EL PROYECTO", el estado que guarda éste, así como los avances en el ejercicio de los recursos, con las metas y objetivos alcanzados a la fecha, de conformidad con la opinión técnica de "EL USUARIO", en medios electrónicos, conforme a los formatos que para tal fin se establezcan anexando los documentos que acrediten fehacientemente su correcta aplicación;











- h) Conservar, por lo menos cinco años, y entregar al "EL COQCYT" cuando éste se lo solicite, la documentación justificativa y comprobatoria del gasto y ejercicio de los apoyos otorgados;
- i) Solicitar la autorización previa a "EL COQCYT" para cualquier modificación a "EL PROYECTO";
 y;
- j) Las demás que se consideren necesarias para el debido cumplimiento del objeto del presente convenio, siempre y cuando se notifiquen a las partes con anticipación y por escrito.

QUINTA. OBLIGACIONES DE "EL COQCYT". "EL COQCYT" tendrá las obligaciones siguientes a su cargo:

- a) Ministrar los recursos económicos comprometidos de conformidad con lo establecido en la CLÁUSULA SEGUNDA y el ANEXO DOS de este convenio;
- b) Vigilar y supervisar que los recursos económicos ministrados con motivo del presente Convenio, incluyendo los rendimientos financieros que por cualquier concepto generen, los cuales deberán ser destinados por "LA UNIVERSIDAD" única y exclusivamente a los fines de "EL PROYECTO";
- c) Vigilar y supervisar el cumplimiento de los compromisos, tiempos, metas, lineamientos generales y objetivos de "EL PROYECTO";
- d) Revisar y aprobar los informes financieros semestrales que rinda "LA UNIVERSIDAD";
- e) Recibir de "EL USUARIO" los productos resultantes del desarrollo de "EL PROYECTO" construidos por "LA UNIVERSIDAD" como generador de los mismos.
- f) Las demás que se consideren necesarias para el debido cumplimiento del objeto del presente convenio, siempre y cuando se notifiquen a las partes con anticipación y por escrito.

SEXTA. OBLIGACIONES DE "EL USUARIO". "EL USUARIO" tendrá las obligaciones siguientes a su cargo:

- a) Coadyuvar con "EL COQCYT" en las acciones de supervisión y vigilancia para que los recursos económicos ministrados con motivo del presente Convenio, incluyendo los rendimientos financieros que por cualquier concepto se generen, sean destinados por "LA UNIVERSIDAD" única y exclusivamente a los fines de "EL PROYECTO";
- b) Coadyuvar con "EL COQCYT" en las acciones de supervisión y vigilancia para el cumplimiento de los compromisos, tiempos, metas, lineamientos generales y objetivos de "EL PROYECTO";
- c) Emitir opinión técnica con relación a los informes técnicos de avance que semestralmente rinda
 "LA UNIVERSIDAD";











- d) Notificar a "EL COQCYT" la recepción de los productos resultantes del desarrollo de "EL PROYECTO" y manifestar por escrito de manera detallada su satisfacción sobre los mismos como usuario, y
- e) Las demás que se consideren necesarias para el debido cumplimiento del objeto del presente convenio, siempre y cuando se notifiquen a las partes con anticipación y por escrito.

SÉPTIMA. RESPONSABILIDADES EN CASO DE INCUMPLIMIENTO. "LA UNIVERSIDAD" acepta y reconoce expresamente que, en caso de incumplimiento de las obligaciones a su cargo asumidas en el presente convenio, responderá en forma directa ante las instancias revisoras y fiscalizadoras competentes, con total independencia de la obligación del reintegro del total de los recursos ministrados, incluyendo los rendimientos financieros que por cualquier concepto generen, siempre y cuando "EL COQCYT" y "EL USUARIO" cumplan en tiempo y forma con las obligaciones adquiridas en el presente convenio.

OCTAVA. VIGENCIA. El presente Convenio tendrá vigencia indefinida y subsistirán las obligaciones de las partes hasta el cumplimiento total del objeto de este instrumento jurídico.

NOVENA. CESIÓN DE DERECHOS. Ninguna de "LAS PARTES" podrán ceder parcial o totalmente a favor de terceros los derechos y obligaciones derivados del presente Convenio.

DÉCIMA. RELACIÓN LABORAL. "LAS PARTES" convienen en que el personal que designen para la ejecución de las actividades derivadas del presente instrumento, se entenderán exclusivamente en lo laboral con la parte que lo emplea y, en ningún caso, podrá considerarse a la otra como patrón solidario o sustituto. Por lo que recíprocamente, se liberan de cualquier responsabilidad que pudiese surgir sobre el particular y con relación al objeto del presente instrumento.

DÉCIMA PRIMERA. CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN. "LAS PARTES" convienen que por el tipo de información que llegue a conocimiento de cualquiera de ellas durante el desarrollo del presente Convenio y que se refiere a la otra o a las actividades que ella desarrolle no podrá ser divulgada, revelada o utilizada en ninguna forma, por ningún medio a ninguna persona natural o jurídica, ya en provecho propio o de terceros por quien recibe la información, esta obligación se hará extensiva a las personas subordinadas de las partes a cuyo conocimiento llegue la información referida. En este sentido, queda totalmente prohibido a "LAS PARTES", reproducir, copiar, divulgar, exhibir o realizar cualquier otra actividad relacionada con datos personales, documentación o información en cuestión para fines distintos a los establecidos en el presente Convenio.

DÉCIMA SEGUNDA. MODIFICACIONES. El presente Convenio podrá ser modificado o adicionado por voluntad de **"LAS PARTES"** de manera conjunta, expresa y por escrito, mediante la elaboración de un Convenio Modificatorio; asimismo se obligan a cumplir tales modificaciones a partir de la fecha de suscripción, en el entendido de que éstas tendrán como única finalidad perfeccionar y coadyuvar en el cumplimiento del objeto del presente convenio.

DÉCIMA TERCERA. RESPONSABILIDAD CIVIL. Queda expresamente pactado que "LAS PARTES" no tendrán responsabilidad por los daños y perjuicios que pudieran causarse como consecuencia de caso fortuito o fuerza mayor, entendiéndose por esto a todo acontecimiento,











presente o futuro, ya sea fenómeno de la naturaleza o que esté fuera del dominio de su voluntad, que no pueda preverse o que aún previéndose no pueda evitarse, en especial los que provoquen la suspensión de los trabajos que se realicen con motivo del cumplimiento del presente documento, por lo que de ser posible, una vez superados estos eventos, se reanudarán las actividades en la forma y términos que determinen "LAS PARTES".

DÉCIMA CUARTA. TERMINACIÓN ANTICIPADA. El presente Convenio podrá terminarse cuando ocurran razones de interés general y/o por incumplimiento de las obligaciones de alguna de "LAS **PARTES**", consignadas en el presente Convenio. En estos casos se dará aviso a la otra con 30 días de anticipación. En este caso, "LAS PARTES" tomarán las medidas adecuadas y pertinentes para dar el debido cumplimiento a los proyectos y compromisos que en su momento se asuman.

DÉCIMA QUINTA. COMUNICACIONES. "LAS PARTES" convienen que todos los avisos y comunicaciones deberán hacerse por escrito, dirigidos a los responsables institucionales de la ejecución del presente Convenio.

DÉCIMA SEXTA. PROPIEDAD INTELECTUAL Y DERECHOS DE AUTOR. "LAS PARTES" acuerdan que en lo relativo a la propiedad intelectual se reconocen mutuamente los derechos que al respecto cada uno tiene sobre patentes, modelos de utilidad, diseños industriales y derechos de autor, obligándose a mantenerlos vigentes para la ejecución del objeto de este instrumento jurídico.

También convienen que la propiedad intelectual y los derechos de autor resultantes de las actividades que desarrollen conjuntamente con motivo de la ejecución de este instrumento jurídico, corresponderán a la parte que los haya producido, o en su caso, a todas ellas en proporción a sus aportaciones.

DÉCIMA QUINTA. SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS Y JURISDICCIÓN. "LAS PARTES" manifiestan que el presente Convenio es producto de la buena fe, por lo que se comprometen a realizar las acciones necesarias para su cabal cumplimiento; en caso de duda o controversia se resolverá de común acuerdo, priorizando la conciliación de intereses a través de los encargados del seguimiento de este Convenio. En caso de subsistir controversia se sujetarán a los Tribunales estatales competentes en la ciudad de Chetumal, renunciando al fuero que pudiera corresponderles por razón de su domicilio presente o futuro o por cualquier otra causa.











Enteradas las partes del contenido y alcance legal de todas y cada una de las declaraciones y cláusulas, firman este convenio por triplicado al margen en cada una de sus hojas y al calce al final de este, de conformidad y por triplicado, en la Ciudad de Chetumal, el 26 de agosto de 2022.

POR "EL COOCYT"

POR "LA UNIVERSIDAD"

Ing. Víctor Manuel Alcerreca Sánchez Director General Mtro. Francisco Xavier López Mena Rector de la Universidad Autónoma de Quintana Roo

de Quintana F

Lic. Edith Margarita López González Directora de Administración y Finanzas

POR "EL USUARIO"

Prof. Rafael Antonio Pantoja Sánchez Encargado del Despacho de la Rectoría Representante Legal











ANEXO UNO

TÉRMINOS Y CONDICIONES DEL PROYECTO DENOMINADO "CAJA DE COLMENA INTELIGENTE PARA IMPLEMENTAR APICULTURA DE PRECISIÓN"

RESUMEN

La apicultura es una actividad económica importante para México a nivel mundial. Actualmente México, por su volumen de producción y nivel de productividad la ubican en el tercer lugar mundial. Acorde al Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP), más de 3 mil 300 productores dependen de esa actividad y representa una fuente de auto empleo en la Zona Maya de Quintana Roo. Por otra parte, la apicultura de precisión es la incorporación de tecnologías y técnicas para monitoreo y control de las diferentes variables involucradas en la actividad apícola como son la temperatura, humedad, C02, radiación solar, entre otras. En este proyecto se propone implementar el prototipo de una colmena inteligente, introduciendo un sistema electrónico y algoritmos de inteligencia artificial para monitorear, analizar los datos, y optimizar la calidad y cantidad de miel para el sector apícola del Estado de Quintana Roo. Así mismo, una plataforma web servirá como interfaz para visualizar en tiempo real las variaciones en las variables críticas para el desarrollo de la colmena.

ANTECEDENTES

La palabra abeja es el nombre común que reciben los insectos pertenecientes a la superfamilia Apoidea del orden Himenóptera (alas membranosas). En la actualidad, existen más de 20 mil especies de abejas en el mundo clasificadas en 9 familias, de las cuales 6 están presentes en México, con más de 1,800 especies descritas. Dentro de la familia Apidae, se clasifican las abejas del género Bombus (abejorros), Melipona, Trigona, Euglossa y Apis, siendo este último el más conocido por sus características de producción a través de las abejas Apis mellifera.

La apicultura es una actividad agropecuaria orientada a la crianza de abejas, que se ha desarrollado a la par del surgimiento de las civilizaciones. En nuestro país tiene un alto valor social y económico, de ella dependen más de 43 mil productores, cuyo esfuerzo permite que nuestro país se ubique como el tercer exportador de miel en el mundo, después de China y Argentina.

Los beneficios de la apicultura son:

- La polinización de las plantas en flor, salvajes o cultivadas, es indispensable para que la vida continúe sobre la tierra. Este proceso esencial es de un valor inestimable.
- A la gente de todo el mundo le gusta la miel: el más popular de los productos de la apicultura. Tradicionalmente, en casi todas las sociedades, la miel ha tenido una función medicinal y nutritiva. Ya sea comercializada a granel o envasada, la miel produce ganancias, y es capaz de crear medios de vida y desarrollo en varios sectores dentro de una sociedad.















- La cera de abeja es un producto importante de la apicultura. La mayor parte del abastecimiento mundial proviene de los países en vías de desarrollo.
- Los demás productos de la apicultura, como el polen, propóleos y la jalea real pueden ser comercializados, aunque se necesiten técnicas y materiales específicos para obtenerlos.
- Los apicultores y otros miembros de la comunidad pueden generar bienes usando la miel y la cera de abeja en la elaboración de productos derivados, tales como candelas, ungüentos para la piel y hasta cerveza. La comercialización de un producto derivado generalmente se traduce en mejores ganancias al productor que la venta de la materia bruta.
- Los productos de la apicultura son usados para la Apiterapia, en muchas sociedades.
- La miel de abeja, la cera y sus productos derivados, tales como velas y productos alimenticios, tienen valor cultural en algunos lugares, y pueden ser usados en rituales para nacimientos, casamientos, funerales y ceremonias religiosas.
- Los apicultores generalmente son respetados por el trabajo que desempeñan. Las abejas y los apicultores tienen una buena reputación.

Estos beneficios fortalecen el sistema de vida y desarrollo de la población. La apicultura puede contribuir a reducir la vulnerabilidad económica de las comunidades, sobre todo en los estratos más pobres, y a promover un entorno de desarrollo económico sustentable.

La apicultura de precisión es la incorporación de tecnologías y técnicas para monitoreo y control de las diferentes variables involucradas en la actividad apícola como son la temperatura, humedad, C02, radiación solar, entre otras [2]. Además, permite que con el uso de datos recolectados se puedan implementar algoritmos de aprendizaje profundo con la finalidad de estimar (o realizar predicciones) la temperatura del ambiente y cajas, la población de abejas, agua y alimento de las abejas, convirtiendo al sistema inteligente. En [3] se menciona la importancia de la temperatura y la humedad en la cosecha de miel¹.

La Península de Yucatán es por tradición una región importante productora de miel a nivel mundial, ya que en gran proporción (95%) su producción se destina al mercado internacional, siendo inclusive considerado dentro de los primeros exportadores y productores de gran calidad en Europa y Estados Unidos, donde este producto es altamente demandado por sus características de origen botánico y propiedades mismas de la miel.

La apicultura en el estado de Quintana Roo es una actividad rentable que aprovecha los recursos florísticos de su entorno, es compatible con el cultivo tradicional de la milpa y con la conservación de la biodiversidad. De acuerdo con el Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP); hoy en día, más de 3 mil 300 productores dependen de esa actividad y representa una fuente de

P. Esto, «Quintana Roo, tercer lugar peninsular en producción de miel.,» Diario Por Esto!, 2021 08 2021. [En línea]. Available: https://www.poresto.net/quintana-roo/2021/8/9/quintana-roo-tercer-lugar-peninsular-en-produccion-de-miel-271566.html. [Último acceso: 31 04 2022].

^[2] A. M. L. Rosa, «Efecto de la humedad de la miel y temperatura de descristalizado en la calidad de la miel procesada,» Escuela Agricola Panamericana, Zamorano, Honduras, 2014.

^[3] G. d. México, «Abejas y Apicultura,» Secretaría de Agricultura, [En línea]. Avaitabre https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx/cap2.html. [Último acceso: 31 04 2022].











auto empleo en la Zona Maya de Quintana Roo. En este sentido, existe un área de oportunidad con la apicultura de precisión, al introducir el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (AI), y los sistemas electrónicos embebidos para el monitoreo remoto y continuo de las colonias de abejas. Al medir parámetros como la temperatura, la humedad, vibración y radiación solar, es posible reducir el contacto humano con las colonias, incrementando el control y producción de miel de las abejas, así como también, dejar registro de parámetros para análisis y la toma de decisiones en un futuro.

En este proyecto se propone implementar el prototipo de una colmena inteligente, introduciendo un sistema electrónico y algoritmos de inteligencia artificial para monitorear, analizar los datos, y optimizar la calidad y cantidad de miel. Una plataforma web servirá como interfaz para visualizar en tiempo real variaciones en las variables críticas para el desarrollo de la colmena.

OBJETIVO GENERAL

Implementar una caja de colmena inteligente para implementar apicultura de precisión en el Estado de Quintana Roo.

IMPACTO SOCIAL

Tomando ventaja del uso de tecnologías, los apicultores del Estado de Quintana Roo podrán recolectar información precisa de sus apiarios reduciendo las incertidumbres en la toma de decisiones requeridas para administrar sus respectivos apiarios, además de, garantizar una adecuada producción de miel y proteger a las abejas para que realicen su labor. Así, el agricultor quintanarroense podrá apoyarse de esta tecnología para minimizar el riesgo de tener pérdidas y a mantener un registro de sus mediciones en bases de datos que puedan ser utilizadas para análisis en un futuro. Así también, la información disponible podría ser utilizada por el Gobierno del Estado para definir políticas, lineamientos, apoyos y estrategias en lo que respecta al sector apícola.

Para el logro de la propuesta, se realizarán diversas reuniones con sectores apícolas de la zona maya. Hoy en día, se tiene contacto con apicultores de O. P. Blanco, Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos cuyo sustento primario de vida es la apicultura. Las reuniones serán importantes para conocer la relación de las variables físicas (temperatura, humedad, y otras) y la cosecha de la miel.

La miel para ser exportada debe cumplir con ciertos estándares de calidad, se buscará conocer los factores clave que impactan en la calidad de la miel, con la finalidad de que el sistema pueda contribuir en la toma de decisiones durante la cosecha.

METODOLOGÍA

La Figura 1 muestra un diagrama de la arquitectura general del sistema a desarrollar. El sistema podrá conectarse a un dispositivo móvil para descarga de la información de forma local. Lo anterior es necesario dado que el lugar donde se encuentran las colmenas no se tendrá conectividad a telefonía celular o red inalámbrica. Una vez que el dispositivo móvil tenga un medio de comunicación, la información almacenada de forma local será enviada a un servidor de datos. Dicha información podrá ser presentada en una página web de forma remota con la finalidad de visualizar los datos y ser analizados.











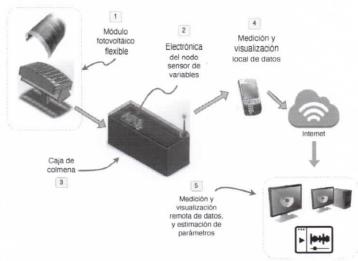


Figura 1 Arquitectura del sistema completo para implementar agricultura de precisión en el Estado de Quintana Roo: cosecha de energía (1); caja de colmena inteligente (2-3), transmisión y visualización de datos local (4) y remota (5).

1) Diseño del sistema cosechador de energía (bloque 1)

El cosechador de energía estará basado en una celda fotovoltaica, el cual permita cosechar energía y almacenarla en dispositivos como lo son supercapacitores, lo que perimirá reducir el impacto ambiental por contaminación por baterías. Para lo anterior, se deberá diseñar y construir la estructura para alojar el panel fotovoltaico, así como también, el circuito electrónico de administración de energía.

2) Diseño del nodo sensor (bloque 2)

El nodo sensor permitirá la adquisición de variables físicas como temperatura, humedad, radiación solar y vibración (esto último para conocer la actividad de las abejas durante el día y su población utilizando algoritmos de estimación en un futuro). La arquitectura propuesta del nodo sensor se presenta en la Figura 2.

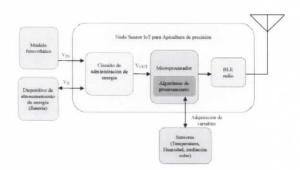


Figura 2 Arquitectura nodo sensor para implementar apicultura de precisión.













El nodo sensor tendrá comunicación con un dispositivo móvil (como es un teléfono celular, o tableta digital) para almacenamiento de datos de forma local y actividades de pre-procesamiento, así como también, para transferir los datos a la nube con la finalidad de que puedan ser concentrados y analizados para la toma de decisiones.

3) Diseño de la caja de colmena (bloque 3)

Se deberá proponer un diseño de colmena, la cual permita incorporar a los dispositivos electrónicos para realizar la medición de variables físicas sin afectar la vida de la colmena.

4) Medición y visualización de datos local (bloque 4)

Se realizará el diseño de una aplicación para dispositivos portables (celular o tabletas) para visualización de las mediciones en tiempo real. Así mismo, se podrá realizar pre-procesamiento de bajo costo computacional que pueda ayudar al apicultor a conocer la salud de las colmenas y sus abejas de manera preliminar.

5) Medición y visualización de datos remota (bloque 5)

Se utilizarán las bases de datos en la nube para realizar la visualización de datos de las colmenas, así como también, los valores de interés que puedan servir al apicultor para la toma de decisiones en un futuro.

ETAPA UNICA DE 1 AÑO

Descripción de la etapa

Implementar una caja de colmena inteligente para implementar apicultura de precisión en el Estado de Quintana Roo.

Descripción de la meta

- 1) ACTIVIDAD 1: Diseño del sistema cosechador de energía (bloque 1).
- 2) ACTIVIDAD 2: Diseño del nodo sensor (bloque 2).
- 3) ACTIVIDAD 3: Diseño de la caja de colmena (bloque 3).
- 4) ACTIVIDAD 4: Medición y visualización de datos local (bloque 4).
- 5) ACTIVIDAD 5: Medición y visualización de datos remota (bloque 5).
- ACTIVIDAD 6: Solicitud de modelo de utilidad ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).













Concepto	Unidad de medida	Cantidad	
Prototipo en operación de caja de colmena Inteligente	Prototipo físico y su documentación	1	
Aplicación para monitoreo local y remoto de la caja de colmena inteligente.	Aplicación y su documentación	1	
Solicitud de modelo de utilidad ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).	Documento de solicitud de patente	1	

GRUPO DE TRABAJO

Dr. Javier Vázquez Castillo (responsable técnico). Pertenece al S.N.I. Nivel 1, profesor de la ingeniería en Redes y miembro académico de la Maestría en Mecatrónica de la Universidad de Quintana Roo. Ha publicado diversos artículos en revistas JCR, tiene patentes sometidas y otorgadas. Ha dirigido un proyecto de Ciencia Básica en periodo 2015-2018. Sus tareas serán el diseño del esquema de comunicación, consumo de energía, así como también la administración del proyecto.

Dr. Jaime Ortegón Aguilar (colaborador). Profesor-investigador Titular A, S.N.I. Nivel 1. El Dr. Ortegón tiene experiencia en aplicaciones de inteligencia artificial. Así mismo, ha participado de manera continua en conferencias internacionales y ha artículos en revistas con arbitraje estricto con factor de impacto. Sus tareas serán el diseño de la aplicación móvil y remota.

Dra. Edith Osorio de la Rosa (colaboradora). Profesora cátedra CONACYT en la Universidad de Quintana Roo. Ha publicado diversos artículos JCR sobre sistemas de cosecha de energía y diseño de nodos sensores de red. Su actividad estará asociada al dimensionamiento del sistema de cosecha de energía.

Ing. Araceli de la Cruz Franco (colaboradora). Alumna de la Maestría en Mecatrónica de la Universidad de Quintana Roo, quien se encuentra desarrollando su tema de tesis en procesos de tecnificación para la apicultura. Ella tiene experiencia como apicultora (actividad de sustento familiar) y desea contribuir en el desarrollo que contribuyan a la mejora de la cosecha de miel en nuestro estado. Su actividad estará asociada al diseño de la caja de colmena inteligente e implementación de algoritmos de procesamiento en el nodo sensor.

MTI. Vladimir Veniamín Cabañas Victoria (colaborador). Pertenece al S.E.I. Nivel 1. Profesor de la Ingeniería en Redes. Ha publicado en revistas indexadas. Ha participado en proyectos de investigación en el campo de tecnologías de información en áreas de salud, ordenamiento territorial y seguridad informática. Sus tareas serán en usabilidad y asesoría en el desarrollo de las aplicaciones software (local y remota).

Dr. Alejandro Castillo Atoche (colaborador externo). Profesor de la Universidad Autónoma de Yucatán, S.N.I. Nivel I. Responsable del laboratorio de Sistemas Embebidos y Procesamiento en Tiempo Real, Depto. Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. Ha dirigido tesis a nivel licenciatura y posgrado, y cuenta con 2 patentes nacionales. Ha publicado













diversos artículos relacionados a diseño digital, WSN, procesamiento en tiempo real, y cómputo aritmético en revistas con Factor de Impacto JCR. Sus tareas serán el diseño de la adquisición de datos y algoritmos de estimación de parámetros.

APROPIACIÓN SOCIAL

El usuario del proyecto es la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo (UIMQROO), con quieres se mantendrá una comunicación constante para que la solución desarrollada sea de acuerdo con las necesidades de dicha institución, y a quien se le entregará un prototipo a la conclusión del proyecto.

PROGRAMACIÓN FINANCIERA

Etapa 1 (un año)		
	Gasto de inversión	
Equipo de laboratorio		150,000.00
Herramientas y accesorios		20,000.00
	Total	170,000.00
	Gasto corriente	
Diseño y prototipo de pruebas		40,000.00
Materiales de uso directo		60,000.00
Honorarios por servicios profesionale	es	70,000.00
Viáticos de transporte y alimentos		25,000.00
Pago de patente		20,000.00
	Total	215,000.00
	Gran total	\$385,000.00

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Mes 1-2	Mes 3-4	Mes 5-6	Mes 7-8	Mes 9-10	Mes 11-12
	Ago 22	Oct 22	Dic 22 -	Feb 23 -	Abril 23 –	Jun 23 –
	-	-	Ene 23	Mar 23	Mayo 23	Jul 23
	Sep 22	Nov 22				
Reuniones con el sector						
apicultor del centro y sur del	X		X		X	X
Estado de Quintana Roo.						
Diseño del sistema cosechador	X	X				
de energía (Bloque 1).						
Diseño del nodo sensor	X	X	X	X		
(Bloque 2).	5. 5	0.02.0				
Metodología, diseño de la caja		X	X	X		
de colmena (Bloque 3).						
Medición y visualización de				X		
datos local (Bloque 4).						
medición y visualización de					X	
datos remota (Bloque 5).						
Pruebas de sistema en		X	X	X	Х	X
laboratorio y en campo.						











Ejecutora			Administradora	Mantenimiento
UNIVERSIDAD	DE	QUINTANA	CONSEJO QUINTANARROENSE	
ROO			DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	

El grupo de trabajo está integrado por:

Dr. Javier Vázquez Castillo (responsable técnico, UAEQROO).

Dra. Edith Osorio de la Rosa (colaboradora, Cátedra CONACYT).

Ing. Araceli de la Cruz Franco (colaboradora, Alumna de la Maestría en Mecatrónica).

MTI. Vladimir Veniamín Cabañas Victoria (colaborador, UAEQROO).

Dr. Jaime Ortegón Aguilar (colaborador, UAEQROO).

Dr. Alejandro Castillo Atoche (colaborador externo, UADY).













ANEXO DOS

ESTRUCTURA FINANCIERA DEL PROYECTO: "CAJA DE COLMENA INTELIGENTE PARA IMPLEMENTAR APICULTURA DE PRECISIÓN".

1. PRESUPUESTO

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Monto total (sin IVA)	Monto total (con IVA)
Gasto de inversión: Equipo de laboratorio			\$126,000.00	\$150,000.00
Gasto de inversión: Herramientas y accesorios			\$16800.00	\$20,000.00
Gasto corriente: Diseño y prototipo de pruebas			\$33,600.00	\$40,000.00
Gasto corriente: Materiales de uso directo			\$50,400.00	\$60,000.00
Gasto corriente: Honorarios por servicios profesionales			\$58,800.00	\$70,000.00
Gasto corriente: Viáticos de transporte y alimentos			\$21,000.00	\$25,000.00
Gasto corriente: Pago de patente			\$16,800.00	\$20,000.00
			Total:	\$385,000.00

2. REQUERIMIENTOS POR CAPÍTULO Y PARTIDAS DE GASTO

Capítulo/Partida (origen de los recursos)	Monto	Justificación
4000	\$385,000.00	Se requiere para la implementación del prototipo.
Total	385,000.00	

3. PRINCIPALES ENTREGABLES

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	
Prototipo en operación de caja de colmena Inteligente	Prototipo físico y su documentación	1	
Aplicación para monitoreo local y remoto de la caja de colmena inteligente.	Aplicación y su documentación		
Solicitud de modelo de utilidad ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).	Documento de solicitud de patente	1	













4. CALENDARIO

CALENDARIO 2022

Avance	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Físico (%)	0	0	0	25	5	
Financiero (\$)	\$200,000	\$30,000	\$50,000.00	\$0.00	\$0.00	

CALENDARIO 2023

Avance	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Físico (%)	5	5	10	20	10	15	5
Financiero (\$)	\$60,000.00	\$45,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00

5. APORTACIÓN DE LA UAEQROO

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Monto total (sin IVA)	Monto total (con IVA)
Licencia de software	1	pieza		\$50,000.00
			Total:	\$50,000.00

