



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE RESCATE DE COLMENAS
EN LA CIUDAD DE MÉXICO PARA SU
REUBICACIÓN: "BEE HERO"**

TESIS

Que para obtener el título de

INGENIERO MECATRÓNICO

P R E S E N T A

ERICK MARAVILLAS MORA

DIRECTOR DE TESIS

DR. VICENTE BORJA RAMÍREZ



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

Agradecimientos

A mis padres, entiendo que nunca nadie nos da un manual sobre cómo ser los mejores paternalmente, comprendo sus frustraciones, sepan que su esfuerzo, dedicación y sacrificios nunca han sido en vano; me han ayudado a encontrar virtudes donde muchos sólo se limitarían a encontrar problemas. Por enseñarme que lo bien hecho se logra con constancia y mucha, mucha perseverancia, que no hay mejor comida que la que tenemos y que para cada problema hay muchas oportunidades y aún más soluciones, gracias totales. A mi hermana, esto es una muestra de que se puede, siempre quiero que seas mejor que yo.

A Nury, es inefable todo lo que te agradezco. Porque me diste aliento para respirar y me recordaste aquello por lo que me conociste, comprendes y disfrutas conmigo mis mejores momentos y los que no lo son tanto; supiste y nunca dejaste de intentar ver a través de mis decepciones, aun cuando yo mismo no lo intentaba. Gracias por trabajar conmigo, creer en mí y confirmarme que las mejores cosas se hacen y logran en equipo, por seguir andando en este camino conmigo mientras descubrimos el verdadero significado de muchas viejas-nuevas palabras.

A mi asesor, gracias Dr. Borja por su paciencia, atención y comprensión durante la realización del proyecto y del presente documento; por compartir su visión, experiencia y ánimos. Es para mí un ejemplo a seguir.

A los profesores que asesoraron este proyecto y aportaron la experiencia propia para que el mismo no se estancara, por impulsarnos a mis compañeros y a mí a creer en lo que hacemos y que ello puede tener valor. Admiro su iniciativa por seguir promoviendo este tipo de dinámicas multidisciplinarias, creando incluso una metodología para obtener resultados reales.

A mis compañeras de equipo: Itz, Mich, Ale, Tocas, gracias por su esfuerzo, ganas y perseverancia en el proyecto, además de la amistad que me brindaron y que estoy muy contento de tener.

A los amigos cuyos caminos se han cruzado con el mío, sin importar el tiempo que haya tenido para convivir con ustedes, sé que en cada uno ha sido el suficiente para permitirme tomar un poco de ustedes a través de escucharlos y vivirlos, ello lo valoro y por eso no los olvido.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, siempre la llevaré conmigo en la visión que me ha ayudado a formar durante mi paso por ella. Es un orgullo y honor haber desarrollado mis competencias personales y profesionales en sus aulas y espacios.

"Whether you think you can or whether you think't you can't, you're right" -Henry Ford

"Fail often so you can succeed sooner" -Tom Kelley

"El que lee mucho y anda mucho, ve mucho y sabe mucho" -Miguel de Cervantes Saavedra

"La primera obligación de todo ser humano es ser feliz, la segunda es hacer feliz a los demás"
- Mario Moreno (Cantinflas)



Bee
HERO

Salvando colmenas, conectamos héroes

UNAM

Facultad de Ingeniería - Centro de Investigaciones en Diseño Industrial

Resumen

A simple vista, la polinización parece ser un ciclo intrínseco de la naturaleza que no afecta al ser humano, pero la realidad es muy diferente. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), de cada 100 especies de cultivos, que proporcionan el 90% de la comida mundial, 71 son polinizados por abejas. En México, investigadores de la UNAM han estimado el valor de la polinización en 43 mil millones de pesos [1], cifra que refleja el lugar que tiene el país como quinto productor y tercer exportador de miel a nivel mundial.

En la polinización, de manera general, la especie vegetal garantiza su supervivencia y una mejora genética y las abejas, por su parte, obtienen los recursos necesarios para subsistir. Esta relación simbiótica fue identificada con el paso del tiempo, y aprovechada, a través de la apicultura: una disciplina ancestral en la que el ser humano obtiene los distintos productos que las abejas producen a cambio de proveerles un hábitaculo y cuidados.

Desgraciadamente, a pesar de la importancia que tiene la polinización en la naturaleza, y la apicultura para el sustento de los seres vivos, la población mundial de polinizadores, y en especial de abejas, ha ido en decremento desde hace 50 años, y se ha vuelto una situación de gran relevancia desde hace 15, ya que bajo un fenómeno bautizado como “Síndrome del Colapso de la Colmena” [2], la tasa de mortalidad de las abejas ha llegado a ser del 30% anual [1]. Aunque hoy en día la causa principal no es conocida, especialistas en el área han atribuido dicha tasa de decesos a una combinación del cambio climático, la presencia de parásitos en las colonias y el uso desmedido de plaguicidas en la agricultura.

Por otra parte, y siendo uno de tantos ejemplos en el mundo la Ciudad de México, el crecimiento acelerado de la población ha aumentado la necesidad por urbanizar el espacio silvestre de los alrededores, reduciendo el espacio disponible de las abejas para subsistir. Como solución a esto, estos polinizadores optaron por integrarse al ecosistema urbano, adaptándose a sus condiciones. Aunque la ciudadanía tomó de manera indiferente esta acción en sus inicios, cuando los medios de comunicación alertaron (incorrectamente) sobre la llegada de la abeja africana al país el panorama cambió: la africanización no era fácilmente detectable y la población comenzó a temer a todas las especies de abejas y a llamar a los bomberos para exterminarlas.

Es así como, a través del curso “Proyectos de Innovación 2016” de la UNAM, se promovió la conformación de un equipo multidisciplinario que estudiara y analizara la problemática presente para no sólo proponer una solución sino, de manera conjunta, buscara impulsar la apicultura en México, dando como resultado Bee Hero: un servicio que busca impactar ambiental, económica y socialmente; proponiendo el equipo de rescate para el aprovechamiento de las colmenas urbanas, planteando una logística y un modelo de negocio para demostrar la viabilidad del servicio, reforzando los canales de comunicación existentes entre los bomberos y la ciudadanía, y creando nuevos entre los bomberos y los apicultores. Adicionalmente, propone conceptualmente un sistema de curación integrado en el equipo de rescate para combatir a uno de los responsables de la disminución en las poblaciones de colmenas a nivel mundial: el parásito varroa.

ÍNDICE

Resumen.....	9
Glosario.....	14
1. Introducción.....	19
2.0 Antecedentes	21
2.1 Sobre el curso “Proyectos de innovación”	23
2.2 Metodología	24
2.2.1 Diseño centrado en el usuario	24
2.2.2 Experiencia de usuario (<i>UX</i>)	25
2.2.3 Pensamiento de diseño (<i>Design Thinking</i>)	26
2.2.4 Metodología PI	27
2.2.5 Encuestas	29
2.2.6 Entrevistas.....	29
2.2.7 Escenarios	30
2.2.8 Personajes	30
2.2.9 Diseño sustentable	31
3.0 Definición del proyecto	33
3.1 Objetivos y alcances	35
3.2 Justificación	36
3.2 Equipo	36
3.3 Bee Hero: creación y desarrollo.....	38
4.0 CICLO 1: Usuario	39
4.1 Diagrama de Gantt de ciclo	40
4.2 Generación del reto	41
4.3 Información de contexto	44
4.4 Información obtenida de usuarios	49
4.5 Dudas	54
4.6 Protocolos para entrevistas y pruebas.....	54
4.7 Resultados de pruebas	55
4.8 Síntesis de conclusiones y hallazgos del ciclo.....	59
4.9 Realimentación.....	60
5.0 CICLO 2: Experiencia.....	61
5.1 Diagrama de Gantt de ciclo	62
5.2 Actualización del reto	63
5.3 Nueva información de contexto	63
5.4 Nueva información de usuarios	72
5.5 Necesidades identificadas	82
5.6 Actualización de escenarios y personajes	83

ÍNDICE

5.7 Propuesta de valor	86
5.8 Alternativas de nueva experiencia	86
5.9 Simuladores y pruebas realizados	87
5.10 Resultados de las pruebas	88
5.11 Nueva experiencia propuesta.....	91
5.12 Síntesis de conclusiones y hallazgos de ciclo	91
5.13 Realimentación	92
6.0 CICLO 3: Producto	93
6.1 Diagrama de Gantt de ciclo	94
6.2 Actualización del reto	95
6.3 Nueva información de contexto	95
6.4 Actualización de escenarios y personajes	101
6.4.1 Rescates	101
6.4.2 Sesión de co-creación con personaje rescatista.....	107
6.4.3 Actualización de personaje bombero	111
6.5 Alternativas de concepto de productos y servicio	113
6.6 Revisión de propuesta de valor	114
6.7 Experiencia actualizada	114
6.8 Requerimientos y especificaciones.....	115
6.9 Generación de productos y servicio.....	117
6.9.1 Simuladores para explorar utilidad y factibilidad de productos	118
6.9.2 Pruebas y resultados para validación de modelos	122
6.9.3 Evaluación y selección de conceptos	127
6.9.4 Pruebas para validación de experiencia y resultados	129
6.10 Concepto de productos y servicio final	132
6.11 Síntesis de conclusiones y hallazgos del ciclo	137
6.12 Realimentación	138
7.0 CICLO 4: Prototipo	139
7.1 Diagrama de Gantt de ciclo	140
7.2 Alternativas de simuladores para productos.....	141
7.3 Pruebas realizadas con usuarios y resultados.....	145
7.4 Diseño de los prototipos finales	153
7.4.1 Recolector de abejas.....	153
7.4.2 Panalera.....	156
7.5 Sustentabilidad de los productos y servicio propuestos	158
7.6 Descripción de prototipos o simuladores finales	160
7.6.1 Recolector de abejas	160
7.6.2 Panalera.....	165
7.6.3 Módulo de espera inteligente.....	167
7.7 Operaciones y actividades realizadas durante fabricación final.....	167

ÍNDICE

7.7.1 Resultados de manufactura y secuencia de uso	172
7.8 Pruebas con usuarios de prototipos finales	174
7.9 Modelo de negocio (CANVAS)	175
7.10 Análisis financiero	182
7.11 Indicadores de impacto	185
7.12 Síntesis presentación final sobre resultados del proyecto	188
7.13 Realimentación	191
8.0 Conclusiones y trabajo a futuro	193
8.1 Síntesis de conclusiones, aprendizajes y hallazgos.	195
8.2 Trabajo a futuro.....	197
Apéndices	199
Apéndice A	201
Apéndice B	202
Apéndice C.....	203
Apéndice D	204
Apéndice E.....	205
Apéndice F.....	206
Apéndice G	207
Apéndice H.....	208
Apéndice I.....	209
Apéndice J	211
Apéndice K.....	212
Apéndice L.....	213
Apéndice M.....	214
Apéndice N	221
Apéndice Ñ	223
Apéndice O.....	224
Apéndice P.....	229
Apéndice Q	229
Anexos.....	231
Anexo I	233
Anexo II	234
Anexo III	235
Anexo IV	236
Anexo V	237
Anexo VI.....	238
Anexo VII	239
Referencias.....	241

Glosario

Población de una colonia

Abeja pecoreadora: Abeja que recolecta néctar, polen, agua y propóleos.

Abeja reina: Abeja hembra totalmente desarrollada. Madre de la colonia.

Aguijón: Es el órgano que usan las abejas para defender la colonia, con él inyectan el veneno.

Cría: Son las abejas en crecimiento que no han salido de las celdas. Son los huevos, larvas y pupas antes de convertirse en adultas.

Larva: Segunda forma de metamorfosis de la abeja.

Melipona: Especie de abejas sin aguijón nativas de América Central y del Sur.

Obrera: Abejas hembras cuyos órganos de reproducción no se han desarrollado. Son las que realizan la mayor parte de las actividades necesarias para que viva la colmena. Son más pequeñas que la reina y los zánganos.

Pupa, ninfa: Tercera etapa dentro de la metamorfosis de la abeja durante la cual permanece inactiva dentro de su celda operculada.

Reina fecundada: Reina que se ha acoplado con varios zánganos y que tiene una provisión de espermatozoides en su espermateca.

Zángano: Es la abeja macho de la colonia de las abejas.

Partes de una colonia

Celda o celdilla: Cada uno de los compartimentos de un panal. Dependiendo del fin, éstas tendrán dimensiones diferentes. Las celdas obreras son aquellas destinadas para las abejas obreras, miel y polen. La celda real o “cacahuete” será aquella en la cual se desarrollará una nueva reina.

Colonia: Se le llama a una familia de abejas con su cría.

Colonia de obreras ponedoras: Es una colonia que al perder su reina y al no conseguir una nueva algunas obreras desarrollan sus ovarios y comienzan a poner huevecillos, los cuales al no estar fecundados darán origen a zánganos y la colonia desaparecerá en un plazo no mayor a 60 días.

Colonia huérfana: Es una colonia de abejas que por diferentes razones ha perdido a su reina.

Cría abierta: Cría que aún no se opercula por las abejas.

Cría operculada: Crías cuyas celdas han sido selladas por las abejas adultas con una cobertura

porosa para completar su metamorfosis.

Enjambre: Conjunto de abejas obreras, zánganos y reina que abandona su colonia original para establecer una colonia nueva.

Núcleo: Son colonias pequeñas con 3 a 5 panales que se usan para la fecundación de reinas y para mantener reinas fecundadas o para iniciar el desarrollo de una colonia.

Opérculos: Capas delgadas de cera porosa sobre las celdas que contienen cría o miel.

Panal: Conjunto de celdas hexagonales construidas con cera por las abejas y dentro de las cuales almacenan miel y polen y se desarrolla la cría.

Panales zanganeros: Panales donde se desarrollan la cría del zángano.

Sustancias

Atrayente: Es la sustancia que se usa como carnada para atraer a los enjambres. Puede estar elaborado con feromonas o con extractos de frutos cítricos, principalmente.

Cera de abeja: Es un producto que a través de las glándulas cereras producen las abejas entre su 13° y 18° día de edad. La utilizan para construir los panales sobre los cuales la reina depositará los huevos y las abejas almacenarán la miel y el polen. También la ocupan para sellar las celdillas con larvas hasta el momento de nacer. Así como la miel madura, la materia prima para producir cera es la miel, y las abejas necesitan consumir de 6 a 7 kg de la segunda para producir 1 kg de la primera. El hombre utiliza la cera para hacer velas, aceites y artesanías en general, etc.

Cera estampada: Es la cera que el apicultor procesa convirtiéndola en láminas finas y a las cuales les graba el dibujo de las bases de las celdillas que le sirven de guía a las abejas para construir los panales.

Fosfonitrato (FFN): También llamado Nitrofosfato (NFF) o Nitrato de Amonio (NA) es un fertilizante que aporta básicamente Nitrógeno. En bajas dosis, tiene un efecto paralizante en insectos como las abejas.

Jalea real: Consiste en una sustancia blanca y cremosa, rica en vitamina B, que las abejas jóvenes segregan entre su 4° y 12° día de edad para alimentar a las larvas durante sus 3 primeros días, y a la reina durante toda su vida. Las materias primas necesarias para su elaboración son el polen, la miel y el agua.

Miel: Sustancia viscosa, de sabor dulce, que constituye el alimento básico de las abejas y que es elaborada a partir del néctar que extraen de las flores.

Miel operculada: Panales con miel en los que cada celda fue recubierta por las abejas con una fina capa de cera.

Néctar: Líquido azucarado producido por las flores y las hojas de ciertas plantas.

Pan de abejas: Se dice del polen de las flores recolectado por las abejas, mezclado con miel y depositado en los panales.

Polen: Es el elemento masculino de una flor. Aunque no es un producto elaborado por las abejas, el polen es de suma importancia para el crecimiento y la reproducción de la colonia, ya que gracias a él obtienen los elementos necesarios para formar los músculos, órganos vitales, alas, pelos y reponer los tejidos desgastados. Es rico en proteínas, lípidos, vitaminas y minerales.

Propóleo: Es una especie de resina que las abejas recogen del tronco de algunos árboles. El propóleo es un producto muy importante para la colmena, ya que a través de él se aseguran el calor y mantienen una perfecta higiene. En algunos países se utilizan los extractos de propóleos en el campo de la medicina como cicatrizante, bactericida y fungicida.

Veneno: Es producido por el propio cuerpo de la abeja obrera y lo utiliza exclusivamente como arma de defensa contra animales, insectos, personas y todo aquello que amenaza el funcionamiento de la colonia. Se utiliza para atender la reuma, artritis, dolor de huesos, etc.

Equipo de apicultor

Apicultor: Es la persona que cría abejas por gusto, o buscando un beneficio económico.

Ahumador: Es un aparato muy importante para el apicultor con el cual hace humo para calmar a las abejas.

Cepillo: El cepillo de apicultura se utiliza para desabejar o quitar, sin dañar, las abejas de ambos lados del bastidor cuando éste será extraído de la colmena para la posterior extracción de miel.

Colmena: Habitación, ya sea natural o aquella proporcionada por el hombre, de las abejas.

Colmena moderna: Tienen partes móviles y permiten una mejor manipulación de las abejas y sus productos. Dependiendo las dimensiones y la manera en que están dispuestas las cámaras de cría y miel, las colmenas modernas tendrán un nombre; siendo Langstroth, Dadant, Layens algunos ejemplos.

Colmena rústica: Es llamada así porque no se puede revisar periódicamente ni tratar contra enfermedades; están hechas con troncos o ramas de árboles o cajas de diversos tipos.

Espátula o cuña: Consiste en una pieza de acero afilada por un extremo para separar todas las partes de la colmena que están adheridas con propóleos. El otro extremo de la cuña tiene una forma redonda y sirve para raspar la cera que se encuentra adherida en las paredes de la colmena. Cuando se está trabajando con las colmenas, esta herramienta se debe tener todo el tiempo.

Excluidor de reinas: Instrumento de alambre con aberturas que permite el paso de abejas obreras, impidiendo el paso de la reina y los zánganos.

Extractor: Es un aparato (o máquina) que usa el apicultor para extraer la miel de los panales sin

arruinar las celdillas. Generalmente la fuerza centrífuga es uno de los recursos más usados.

Velo de apicultor: Es una parte del equipo del apicultor que le sirve para protegerse la cabeza.

Colmenas modernas y su composición

Alza: Son las cajas, con sus correspondientes panales, que se colocan sobre la cámara de cría para que las abejas almacenen miel.

Apiario: Conjunto de colmenas instaladas en un lugar determinado

Bastidor: Es un cuadro de madera en donde se pone alambre y cera estampada para que las abejas construyan un panal. También se lo conoce como marco, cuadro, panal, etc.

Cámara de cría: Caja de colmena donde se realiza la postura de la reina. Es el primer cuerpo de la colmena y contiene los panales centrales con cría y los laterales con miel y polen.

Piquera: Cualquier abertura de una colmena (natural o moderna) que permita el paso de las abejas.

Piso: Es la parte inferior de una colmena moderna que la cierra por debajo, dejando sólo una abertura conocida como piquera.

Tapa: Es la parte superior de la colmena que cierra el último cajón.

Techo: Componente que cubre la colmena para protegerla de la lluvia y la intemperie.

Procesos o prácticas

Africanización: Consiste en el establecimiento de las características dominantes de la abeja africana (*Apis mellifera scutellata*), sobre las colonias de abejas europeas. Hoy en día todas las abejas presentan un grado de africanización y éstas, a excepción de las islas Marías, están presentes en todo el mundo.

Apicultura: Es el arte de trabajar con las abejas.

Apicultura migratoria: También llamada apicultura trashumante, consiste en la movilización de colmenas hacia zonas donde la temporada de floración haya comenzado. Los servicios de polinización contratada por parte de algunos agricultores, para obtener una mayor producción de frutos en sus cultivos y de miel con características específicas, son un ejemplo de esta práctica.

Apicultura urbana: Vertiente de la apicultura que se practica en las áreas verdes de las ciudades o en las azoteas de los inmuebles.

Enjambrazón: Es la forma natural de propagación de las colonias de abejas. Extender explicación.

Flujo de néctar: Temporada del año en que las condiciones para la recolección de néctar son las mejores.

Pecoreo: Dicho de las abejas, es salir a recoger el néctar de las flores.

Picadura: Es la acción defensiva de las abejas al meter su aguijón en la piel de una persona o animal.

Pillaje: Robo de miel de una colonia por abejas extrañas que puede culminar en un ataque violento e inclusive en la destrucción total de la colonia agredida.

Polinización: La polinización consiste en el transporte de los granos de polen de una flor a otra. Esta acción permite que se ponga en contacto el elemento masculino y femenino de la flor, para dar vida a una nueva semilla o fruto y así garantizar la reproducción de las especies vegetales. En la naturaleza, este transporte se efectúa a través del viento, la lluvia, los pájaros y otros seres vivos, pero el agente polinizador más importante lo constituyen las abejas.

Postura de reina: Son los huevos donde nacerán las larvas que se desarrollarán posteriormente en obreras, zánganos o reinas.

Trasiego: Transferencia de abejas y panales de una colmena rústica a una móvil. domesticándolas.

Terminología adicional

CCD: Colony Collapse Disorder.

CIA: Centro de Ingeniería Avanzada.

CIDI: Centro de Investigaciones en Diseño Industrial.

Crítico: Aspecto de un sistema cuyo fallo o éxito repercute altamente en su funcionamiento.

Crowdfunding: Término utilizado para referirse a la financiación de un proyecto de manera colectiva, en el que un grupo de gente ayuda a iniciativas de otras personas u organizaciones realizando aportaciones monetarias.

FAO: Food and Agriculture Organization.

FFN: Fosfonitrato.

INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

SAGARPA: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Recursos Pesqueros y Alimentos.

1.0 Introducción

En este documento se presenta una propuesta de servicio para resolver la situación actual que existe en cuanto a las colmenas urbanas; colonias de abejas que se han integrado al medio urbano tras haber sido desplazadas en primera instancia por el hombre. A través de siete capítulos, se describe cómo un equipo multidisciplinario de estudiantes trabajó con la metodología de *Design Thinking*, en el curso Proyectos de Innovación UNAM, empleando distintas herramientas, técnicas y enfoques para desarrollar una solución sustentable que cambie la situación en cómo son atendidos estos casos, que hoy en día se consideran riesgosos. A través del contenido siguiente el lector podrá notar que no sólo se expone una posible respuesta, sino que además se muestra la posibilidad de impulsar a través de estas colmenas a la apicultura mexicana; reto inicial del proyecto.

Con el fin de que el lector conozca la base de trabajo y las herramientas que fueron utilizadas para obtener resultados y cumplir los objetivos planteados, se explican en el capítulo segundo aquellos aspectos relacionados con el curso donde Bee Hero se desarrolló, en qué consiste, cuál es la visión sobre la que se diseña y el proceso que fue seguido para generar soluciones a problemáticas reales.

El capítulo tres sirve para entender los objetivos que tuvo el proyecto y que tiene la presente tesis, justificándose el área de oportunidad identificada y sobre la cual se trabajó. Una vez explicados estos motivos, se hablará de la formación del equipo, de la selección de sus integrantes, las disciplinas a las que cada uno pertenece y su participación en el proyecto.

Posteriormente, en las secciones cuatro a siete de esta tesis se encuentran descritas las actividades que, siguiendo la metodología PI, dieron origen a Bee Hero. En este apartado, el lector conocerá los resultados obtenidos de cada iteración que compone la metodología; primeramente en el usuario para conocerlo, después en la experiencia para proponer una solución a sus necesidades y, con esto, proponer un producto que encaje en el contexto del personaje, para materializarlo en un prototipo justificado a través de un modelo de negocios que permita verificar su viabilidad y sustentabilidad.

De manera adicional al séptimo capítulo, se presenta el diseño conceptual de una propuesta que, aunque fue identificada y considerada dentro del curso Proyectos de Innovación, no fue investigada a profundidad ni desarrollada. Se trata de un sistema integrado a los productos finales con la capacidad de eliminar el ácaro varroa de las abejas adultas, evitando que el huésped sufra malformaciones y tenga una muerte prematura y que el ácaro, al desprenderse, no reingrese a la celda de cría en la colmena donde comienza su ciclo reproductivo. Con esto el servicio de Bee Hero contendrá tecnología que puedan utilizar los apicultores en sus apiarios para eliminar esta enfermedad que es considerada una de las más importantes en la apicultura.

Finalmente, en el capítulo ocho de este escrito se encuentran las conclusiones más relevantes, tanto del equipo como las propias, sobre los avances y resultados logrados, así como comentarios realizados sobre la metodología de diseño empleada, las herramientas que fueron utilizadas para el cumplimiento de los ciclos antes mencionados y el trabajo a futuro de esta tesis.



<http://heventum.com/files/2013/08/Panal-de-miel-de-abejas-de-la-especie-Apis-mellifera-805x603.jpg>

2.0 Antecedentes

2.1 Sobre el curso “Proyectos de innovación”

Cada año, dentro de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), algunas de sus facultades y profesiones conjuntan esfuerzos para comenzar un nuevo ciclo de creatividad, desarrollo tecnológico e innovación. Es a través del curso Proyectos de Innovación (PI) (nombre acuñado para los semestres 2017-1 y 2017-2), que el Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT) de la Facultad de Ingeniería (FI), el Centro de Investigaciones en Diseño Industrial (CIDI) de la Facultad de Arquitectura (FA) y la Facultad de Contaduría y Administración (FCyA), reúnen a distintos estudiantes con el fin de formar equipos de trabajo multidisciplinario y obtener de ello un resultado inédito que impacte social, ambiental y económicamente.



Figura 2.1: Asesores y participantes de PI 2016.

Aunque desde el año 2006 dicho curso se ha identificado con distintos nombres (Innovación de Productos, Proyectos Globales, Taller de Productos de Innovación, Productos Innovadores), su objetivo ha sido el mismo: trabajar en colaboración con otras universidades (nacionales e internacionales) y con empresas (públicas, privadas y sociales) sensibles a la innovación para el desarrollo de productos, servicios o experiencias innovadoras para distintos ámbitos a corto y mediano plazo; salud, medio ambiente, movilidad, por mencionar sólo algunos.

Es claro que lo anterior no sólo permite la creación (durante o posterior al curso) de posibles empresas, productos o servicios, sino que además se permite e impulsa a los participantes a desarrollar y complementar sus capacidades como profesionistas, dándoles las pautas inclusive para iniciar, guiar y colaborar con otras profesiones en algún otro momento, proponiéndoles durante todo el proceso una metodología que pueden seguir o de la que pueden formar la propia para trabajar.

2.2 Metodología

A lo largo del tiempo, cada disciplina creada (artística, técnica, laboral, etc.) se ha conformado por el planteamiento de marcos de trabajo o referencia (*frameworks*): conjuntos de conceptos, prácticas y criterios que sirven para enfrentar y resolver una problemática particular; son bases sobre las cuales se fundamentan todas sus actividades y resultados, cuya multiplicidad es consecuencia de diversificar los procesos que llevan a los anteriores, cuestionando el enfoque, más que la esencia, desde el que es vista cada práctica. La necesidad de registrar esta variedad ha llevado a la creación de acercamientos (*approaches*): metodologías que al seguirse conducen y aproximan a un tipo de resultados.

Aclarado lo anterior, y teniendo en cuenta que en PI el objetivo principal fue la generación de productos, experiencias y/o servicios innovadores, el *framework* de diseño principal utilizado fue el conocido como Diseño Centrado en el Usuario (*UCD* por sus siglas en inglés), y la metodología que se empleó para el desarrollo de Bee Hero fue, con la experiencia de los asesores, la combinación de los *approaches* nombrados *Design Thinking* y *User Experience (UX)*. De manera paralela a lo anterior, y buscando que el sistema final tuviera considerado el uso razonable de recursos, tanto sociales, financieros, materiales, así como el ciclo de vida de los últimos, se integró el *framework* de Diseño Sustentable.

2.2.1 Diseño centrado en el usuario

Formulado en el laboratorio de investigación de Donald A. Norman en la Universidad de California en San Diego (UCSD)[3], y difundido ampliamente por su publicación titulada "*User Center System Design: new perspectives on human-computer interaction*", el *UCD* puede ser aplicado al desarrollo de cualquier tipo de productos (utilizado en ámbitos industriales, gráficos, arquitectónicos y sociales, por mencionar algunos), siendo un enfoque muy llamativo para aquellos con un fuerte componente tecnológico (tanto *hardware* como *software*), ya que esto compensa las deficiencias que en cuanto a usabilidad puedan tener, y por lo que gran parte de ellos han sido "devueltos", a lo largo de los años, por los consumidores por una aparente falta de funcionalidad, aunque estos la realizaran.

Este marco de referencia, considerado también como una filosofía, es una actividad creativa que representó un cambio al paradigma de diseño centrado en el diseñador (el diseñador, según su experiencia, determina lo que es mejor en cada etapa de diseño), porque considera en todo momento las características de los usuarios finales, las tareas de su mundo real y de su entorno de trabajo (contexto); los pone al centro del proceso de diseño y toma en cuenta sus necesidades, objetivos, expectativas, motivaciones y capacidades, para así crear productos útiles, usables y deseables, ya que estos coinciden con sus necesidades.

De esto último surge un concepto que es piedra angular del *UCD* y que es importante esclarecer: necesidad. Para motivos del presente, se usará este término para referenciar a aquello que falta y que el usuario no sabe, a las diferentes brechas o inconsistencias que existen entre el uso, usabilidad y el significado (conformando un sistema que abarca desde los sentimientos hasta las

acciones) y que, de no atenderse, provoca el rechazo por parte del usuario (Figura 2.2), como se mencionó anteriormente. Desde esta perspectiva, los enlaces o puentes que se puedan construir para comunicar a estos tres aspectos no sólo representarán el entendimiento de los porqués: construir estas uniones al responder estos cuestionamientos lleva a la innovación.

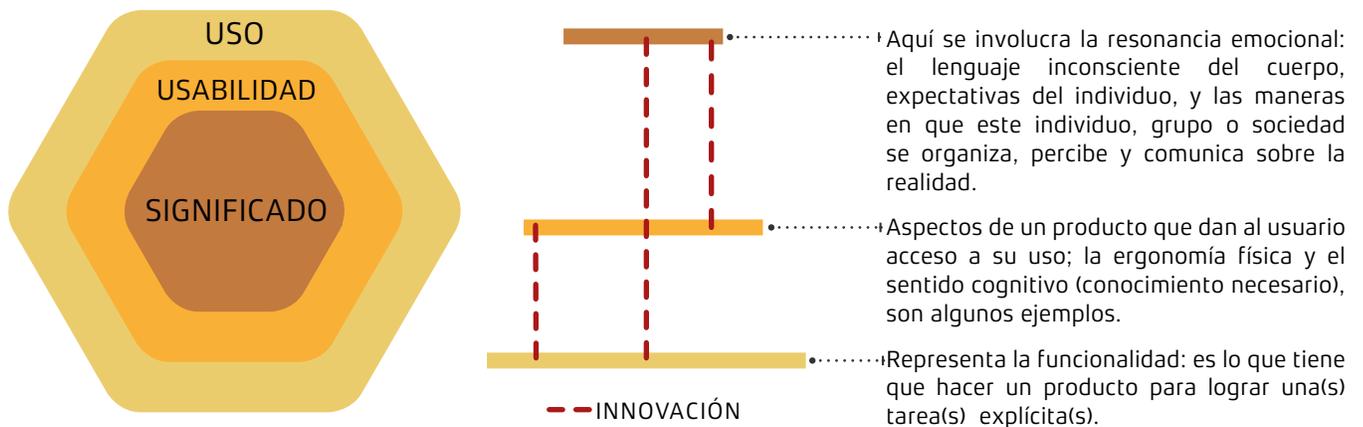


Figura 2.2: Significado, usabilidad y uso. Brechas y oportunidades para innovar.

Ahora bien, para encontrar estas diferentes necesidades, y porqués, se recurrió a la etnografía: ciencia que utiliza la observación como actividad principal para descifrar la experiencia humana, develando los significados subyacentes detrás del comportamiento y las incongruencias entre lo que la gente dice, lo que hace y, no menos importante, lo que dice que hace.

Para coleccionar toda la información relevante que los usuarios pudieran entregar, se usaron diferentes herramientas: encuestas, entrevistas, realización de personajes y escenarios, por mencionar algunos de los más importantes.

2.2.2 Experiencia de usuario (UX)

La vertiente del diseño enfocada en la relación que se da entre los seres humanos y los productos es conocida como "Experiencia de usuario" (UX, por sus siglas en inglés), entendiéndose como experiencia a las interacciones de las características humanas tales como los sentidos, percepciones, motivaciones y emociones [4], donde el entendimiento o comprensión, los estímulos agradables y el intercambio social son los verdaderos motivos subyacentes para el uso de la tecnología, los sentimientos y las experiencias son los verdaderos resultados [5].

Una de las maneras en que el diseño de experiencias se fundamenta, es respondiendo a cuestionamientos que permitan marcar la diferencia entre un producto que inmediatamente resuena emocionalmente en el usuario, y otro que simplemente podría ser rechazado. Se trata de las siguientes cinco preguntas (*The five W's of UX*) [6]:

- Qué (*What*): Consiste en identificar qué problema inicialmente intenta resolver el producto.
- Quién (*Who*): Sin la comprensión del usuario objetivo se corre el riesgo de hacer productos que no cumplan con las expectativas de los clientes. Investigaciones etnográficas y la elaboración de personajes son algunos modelos para responder esta pregunta.
- Dónde (*Where*): Expresa los momentos en que la ruta del usuario puede ser mejorada donde otros intentos han fallado, tomando en cuentas los obstáculos que ello implica.
- Cuándo (*When*): Conocer el mejor momento adecuado para probar y recibir realimentación del usuario permitirá recabar la información necesaria para conseguir el interés del mismo y evitará procesos extra de producción.
- Por qué (*Why*): Conjunta las respuestas anteriores explicando por qué la solución desarrollada resuelve el problema identificado.
- Cómo (*How*): De manera adicional, saber cómo interpretar los resultados obtenidos determinará ajustes en la solución o la validación de suposiciones.

2.2.3 Pensamiento de diseño (*Design Thinking*)

Esta metodología, con orígenes en la universidad de Standford en California (EEUU), fue difundida por David Kelley y Tim Brown en la década de los años 70's. Se trata de una herramienta para el equipo de diseño con la que se toman decisiones basadas en lo que los futuros clientes quieren, integrando las necesidades de la gente, las posibilidades tecnológicas y los requerimientos que lleven al éxito en los negocios [7].

Este *approach*, propone que la innovación en su máxima expresión se encuentra donde converge aquello que es deseable desde un punto de vista humano, lo que es tecnológicamente factible y que a la vez es económicamente viable.

Su proceso está compuesto por ciclos de cinco etapas nombradas: empatizar, definir, idear, prototipar y probar (Figura 2.3); existiendo actividades que sirven como transición entre cada una de ellas para aproximarse cada vez más a la solución final. Aunque su representación es lineal, ello no significa que el proceso sea seguido de esta manera, sino que cada iteración del ciclo puede repetirse cuantas veces sean necesarias.



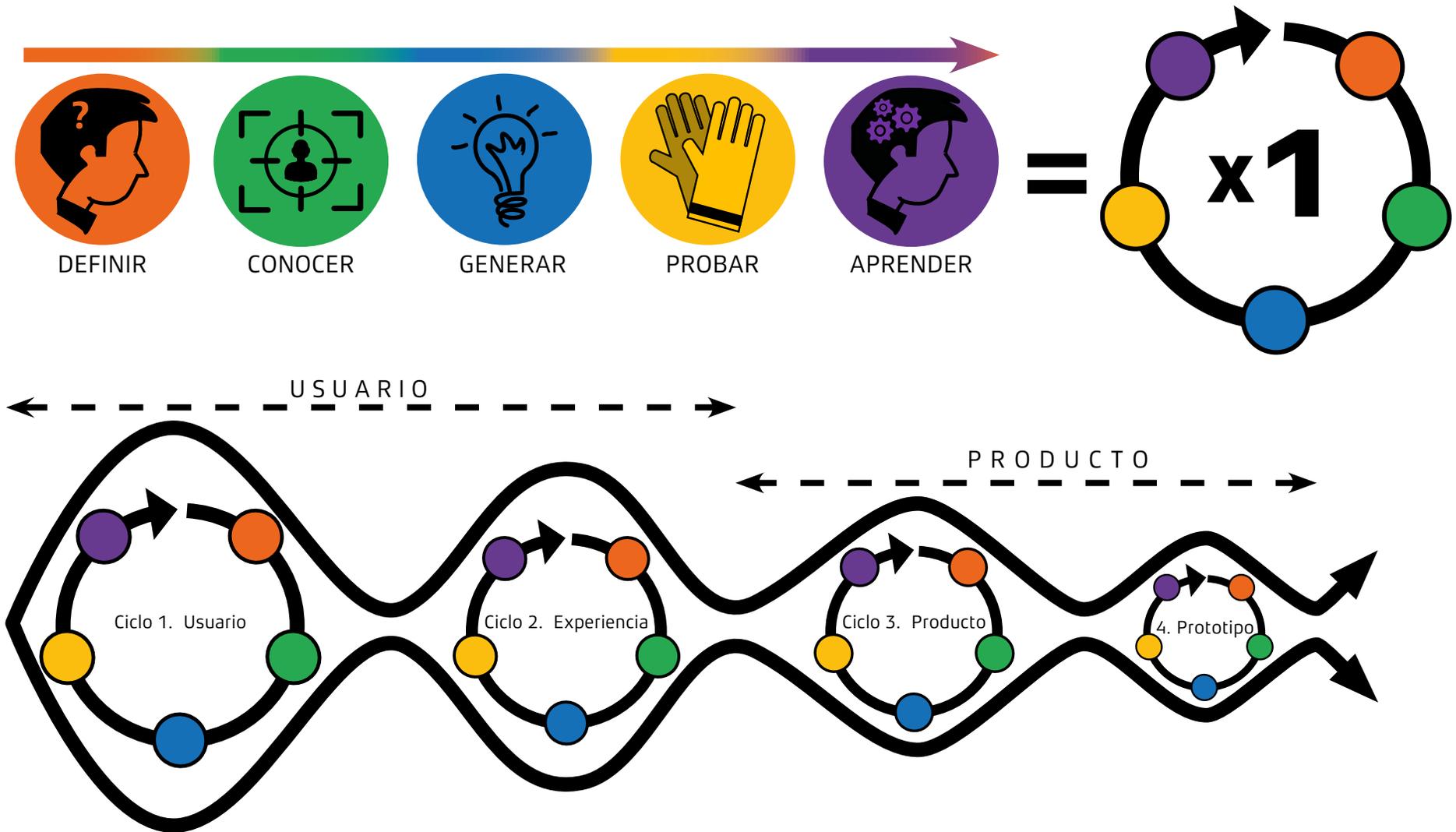
Figura 2.3: Design Thinking, etapas y sus transiciones [8].

2.2.4 Metodología PI

Inspirada principalmente en los *frameworks* y *approaches* ya mencionados, la Metodología PI (como será identificada en el presente) surge combinada con la experiencia de los asesores, proponiendo principalmente la innovación, el diseño de experiencias y de nuevas conductas en diferentes ámbitos.

Ya que proponer soluciones a un problema desde un inicio acota y restringe la posibilidad de explorar, por eso la metodología considera más importante la identificación de necesidades mediante la observación que supere lo obvio y el prototipado rápido; probar y equivocarse mucho y pronto llevará a propuestas cada vez más completas y novedosas.

El proceso de diseño (Figura 2.4) busca converger divergiendo a lo largo de cuatro iteraciones de un ciclo compuesto por cinco etapas: definir, conocer, generar, probar, aprender. En tanto que los dos primeros ciclos conciernen a obtener cuanta información sea posible sobre el usuario, su contexto y la tecnología existente, a fin de generar una(s) propuesta(s) de experiencia; los restantes están enfocados al producto/servicio final, en resolver los factores críticos que resuelven las necesidades del usuario y permiten entregarle una nueva experiencia.



Se busca y obtiene información de los usuarios, fijando un reto inicial se conoce el contexto (pasado, presente y futuro) del mismo y las soluciones que existen en el mercado; se generan dudas sobre el usuario, la tecnología y el reto.

El reto se actualiza, se plantea una propuesta de valor y se definen requerimientos. La información sobre usuarios y contexto ya puede representarse en escenarios y personajes. Se crean propuestas de experiencias: son una nueva manera de hacer y de aplicar la tecnología.

Concentra las actividades en el diseño del/de los prototipo(s) finales, de manera que se realicen pruebas en contexto con usuarios, verificando la aceptación de éstos y obteniendo hallazgos para posteriores mejoras.

Se enuncian especificaciones a partir de los requerimientos; las propuestas de C2 sirven para generar conceptos de productos o servicios, de tal manera que se pueda diseñar un sistema crítico.

Figura 2.4: Metodología PI, composición de ciclo e iteraciones.

Dos herramientas muy utilizadas para entablar comunicación con los usuarios de interés fueron las encuestas y entrevistas. Con ellas se obtuvo aquella información de la que, sujeta a interpretación, se generaron hipótesis para validar posteriormente con pruebas, y se obtuvo realimentación una vez que se llevaron a cabo. Durante su realización, se consideraron algunas recomendaciones para observar a usuarios (Anexo I); se elaboraron las preguntas orales o escritas de manera estratégica para obtener información implícita que, muy frecuentemente, aportó más que la explícita y con esto, las verdaderas necesidades e intereses de los usuarios.

2.2.5 Encuestas

Utilizadas para conocer, a una mayor escala que las entrevistas, los intereses y necesidades generales de los usuarios en los cuales se orientaba cada investigación o prueba, se realizaron listas de cuestionamientos en donde los usuarios pudieran elegir la(s) respuesta(s) que más concordara(n) con sus vivencias o costumbres; dando también cabida, minoritariamente, a que ellos propusieran una alternativa de respuesta para no ignorar datos importantes donde pudieran haberlos. Las encuestas fueron aplicadas con el fin de obtener resultados cuantitativos sobre las necesidades e intereses de los usuarios.

2.2.6 Entrevistas

Su realización permitió, a diferencia de las encuestas, explorar, entender e identificar las necesidades y aspiraciones de los usuarios que sólo pueden ser observadas a menor escala. De esta manera se conocieron aquellas vivencias, costumbres o maneras de pensar que la herramienta anterior no resalta con tanta claridad. Es una situación de compañerismo y requiere emociones, curiosidad, apertura, empatía y capacidad para escuchar, abriendo la posibilidad de ser cambiado por todo ello. Aunque se formulan guiones de preguntas (enfaticando el quién, porqué, cómo o qué de las cosas), es importante que éstas permitan a la entrevista ser tan fluida como una conversación, llevada en al menos 80% del tiempo por el entrevistado.

Además, para que la conversación fluyera y la información obtenida fuera completa y real (no estuviera sesgada con la opinión del entrevistador), se consideraron ciertos aspectos que, notablemente, marcaron una diferencia durante la formulación de preguntas:

- **Protagonismo:** es del entrevistado, no del entrevistador, si el segundo no muestra de una manera adecuada (somera) sus conocimientos, esto puede provocar timidez o reticencia en el primero. Es mejor notarse ignorante y pedir una explicación para clarificar algo, que demostrar lo contrario y provocar un sentimiento de estar “a prueba” o saber menos.
- **Sugerir respuestas:** para evitar la información ya conocida previamente por el entrevistador, no hay que sugerir respuestas, principalmente en los silencios entre pregunta y respuesta.
- **Realizar preguntas breves:** una estructura sencilla en los enunciados aumenta la diversidad de interpretación por el entrevistado, lo que resulta en respuestas diferentes y, tal vez, inusuales.

Sobre las preguntas realizadas, éstas se pueden categorizar de acuerdo a la información que se obtuvo de sus respectivas respuestas. Los diferentes tipos pueden ser enlistados de la siguiente manera:

- **De secuencia:**
En tu rutina diaria...¿Qué haces después?
- **Actividades en situaciones específicas:**
Ayer en tu camino a casa, ¿Por qué cambiaste de ruta?
- **Comparaciones sobre acciones, objetos, eventos:**
¿Esto también lo hacen tus amigos?
- **Comparaciones sobre puntos de vista:**
¿Qué piensa tu familia al respecto?
- **Proyectivas:**
¿Qué crees que hubiera pasado si...?
- **Perspectivas según un extranjero ingenuo:**
No soy de aquí, ¿puede explicarme sobre...?
- **Cantidad:**
¿Cuántas personas hacen esto?
- **Cambios ocurridos con el tiempo:**
¿Cómo eran las cosas hace un año?
- **Organización de actividades:**
¿Qué actividades haces en tu trabajo?
- **Confirmación:**
Lo que dices es que...¿Es correcto?
- **Opinión sugestionada:**
Algunas personas opinan...¿Tú qué opinas?
- **Regionalismos o jerga:**
¿A qué te refieres con decir...?
- **Aclaraciones sobre expresiones faciales y orales:**
Al contarme sobre...¿Por qué hiciste...?
- **Participaciones:**
¿Puedes mostrarme cómo haces...?
- **Enlistados exhaustivos:**
¿Cuáles son todos tus lugares favoritos?

2.2.7 Escenarios

Como una combinación de la información recabada en las investigaciones de contexto y de las encuestas y entrevistas, se formularon entornos con características esenciales que cubren un número de situaciones donde los personajes se desenvuelven; pueden elaborarse de tipo futurista, donde importan más aquellos resultados cuantitativos y las tendencias sobre un producto o una actividad, o pueden construirse de una manera más acotada, donde se establecen aquellas condiciones o interacciones de las que es partícipe el/los usuario(s) principales durante la realización de las actividades de interés sobre las que se está diseñando. La formulación de escenarios responde a las preguntas: ¿En dónde se está diseñando?, ¿bajo qué interacciones se realiza el diseño?

2.2.8 Personajes

Con el fin de reunir aquellas características más relevantes de las entrevistas y encuestas, pero esta vez en individuos, se formularon personajes que representan aquellas necesidades principales o características trascendentales para conocer hacia quién se está dirigiendo el diseño. En tanto que la formulación de escenarios está enfocada al lugar y las interacciones, la realización de personajes especifica quién interactúa y realiza las actividades sobre las que se está diseñando.

2.2.9 Diseño sustentable

Primeramente, existe una controversia entre los términos sustentabilidad y sostenibilidad; aunque es cierto que su uso en distintos contextos es indiferente, considerándolos sinónimos, según la RAE el término sostenible refiere, en los ámbitos ecológico y económico, a aquello que se puede mantener durante largo tiempo sin causar grave daño al medio ambiente, en tanto que sustentable a lo que se puede sostener; ello implica que se provea el alimento necesario o que se sostenga algo para que no se caiga o tuerza. Su uso también depende de una cuestión geográfica; en tanto que en Europa el término preferido es sostenible, para América lo es sustentabilidad [9].

A pesar de estas diferencias y en conclusión, Bee Hero fue desarrollado con influencias del diseño sustentable, una metodología que propone la preservación y el uso consciente de recursos para las generaciones futuras, y de la que se genera un modelo de manutención autónoma del sistema en el tiempo, volviéndolo endógeno al autogestionarse para obtener recursos internos. No sólo se sustenta en los pilares ambiental y económico que define la RAE para sostenibilidad, sino que además cuestiona el crecimiento de la producción y el consumo desde el enfoque social.

Pilar social

Por definición, las sociedades humanas son entidades poblacionales. Dentro de la población existe una relación entre los sujetos (consumidores) y el entorno; ambos realizan actividades en común y es esto lo que les otorga una identidad propia. De otro modo, toda sociedad puede ser entendida como una cadena de conocimientos entre los ámbitos económico, político, cultural, deportivo y de entretenimiento.

Pilar ambiental

“En esta dimensión se presta especial atención a todo lo que tiene que ver con la biodiversidad, el suelo, el agua y los bosques, que son recursos que en un menor plazo determinan la capacidad productiva de determinados espacios” [10]. Ecológicamente, los sistemas productivos se diseñan para utilizar únicamente recursos y energías renovables para no producir residuos, ya que estos vuelven a la naturaleza o se convierten en materia prima de otro producto manufacturado.

Pilar económico

“La dimensión económica del desarrollo sustentable se centra en mantener el proceso del desarrollo económico por vías óptimas hacia la maximización del bienestar humano, teniendo en cuenta las restricciones impuestas por la disponibilidad del capital natural” [11]. El objeto de la economía es muy amplio, pues abarca el estudio y análisis de los siguientes hechos:

- La forma en que se fijan los precios de los bienes y factores productivos como el trabajo, el capital y la tierra.
- Las consecuencias de la intervención del Estado en la sociedad y su influencia en la eficiencia del mercado.
- Cómo se desarrollan los ciclos económicos, las oscilaciones del desempleo y la producción, así como las medidas necesarias para mejorar el crecimiento económico a corto y a largo plazo.
- El crecimiento de los países en vías de desarrollo.

Como se puede ver en la Figura 2.5, el diseño sustentable se logrará en el centro, donde el producto o servicio es equitativo, soportable y viable. La sustentabilidad no es factible si no se plantean nuevas formas de gestionar los recursos, se debe tener en cuenta el papel que está jugando el mercado, consumidor y las políticas institucionales [12].

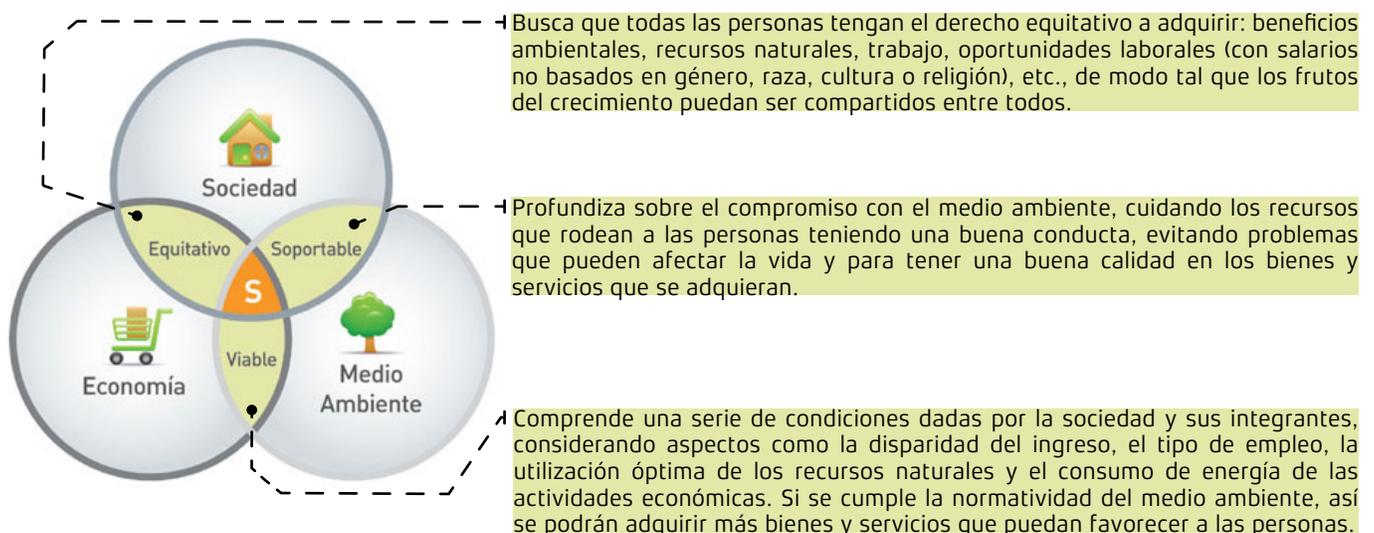


Figura 2.5: Pilares de la sustentabilidad y sus interacciones. Imagen[13], Texto[12].



3.0 Definición del proyecto

3.1 Objetivos y alcances

Inicialmente, incluso antes de que los equipos multidisciplinarios fueran formados, los asesores de PI establecieron objetivos para aquellos proyectos que serían llevados a cabo, tales como la elaboración de productos que resolvieran ciertas funciones a un tema o usuarios específicos en algunos casos, o el diseño de experiencias para grupos más diversos en otros. Ésto dio a los futuros integrantes la guía temática sobre la que realizarían investigaciones, harían propuestas y las validarían a través de pruebas con los usuarios y entornos correspondientes. Debido a que uno de los propósitos de PI es permitir la libertad de ideas y propuestas entre equipos e integrantes, los rubros a cumplir se enunciaron de una manera "abierta"; aunque esto llegó a ser un poco conflictivo al inicio, se realizó para que cada grupo convergiera de la mejor manera en sus soluciones. Para el equipo que más tarde desarrollaría Bee Hero, los objetivos fueron los siguientes:

- Investigar y analizar la problemática de la apicultura.
- Proponer soluciones diseñando artefactos para alguna de las oportunidades que sean identificadas.
- Diseñar tomando en cuenta las tendencias y posibles cambios en la apicultura a un horizonte temporal de 15 a 20 años.

Aunque los puntos anteriores no fueron desatendidos en ningún momento durante el desarrollo del proyecto, el equipo decidió formular los propios de tal manera que se cumplieran los iniciales indirectamente, con el fin de ampliar el impacto social, ambiental y económico, resultando lo siguiente:

- Diseño de un servicio sustentable que permita la localización, rescate, transporte y reubicación de colmenas de abejas instaladas en zonas urbanas, tomando como referencia la Ciudad de México.
- Generación de un modelo de negocios que demuestre o no la sustentabilidad del servicio.
- Propuesta conceptual de un sistema de curación de algunas enfermedades que existen en las colmenas, siendo una de ellas la varroasis.

Por otra parte, el alcance de este proyecto es la construcción de prototipos alfa y beta que permitieran hacer pruebas de concepto, mediante las cuales una muestra de los usuarios involucrados con la solución validó la propuesta de experiencia y añadieron que, con algunas iteraciones extras, el servicio puede llegar a funcionar. Además, esta tesis cubre como alcance el diseño conceptual de un sistema de control para dar tratamiento anti-varroa a las colmenas una vez que hayan sido capturadas.

3.2 Equipo

Tras diversas actividades de integración y una plática informativa sobre los diversos proyectos que esa temporada se llevarían a cabo, cada estudiante de PI decidió, según un orden descendente, su interés sobre cada proyecto, lo que serviría posteriormente a los asesores como un punto de consideración y hacer, de acuerdo a las aptitudes de cada estudiante, los correspondientes equipos. Es así como se formó el equipo inicial (Figura 3.1): por parte de la Facultad de Ingeniería Erick Maravillas Mora y Luis Antonio Sidar Ortiz, de la licenciatura y maestría respectivamente, Itzel Barreto Bautista y Erika Ivette Gutiérrez Hernández del CIDI y Luis Gerardo de la carrera de Administración, de la FCyA.

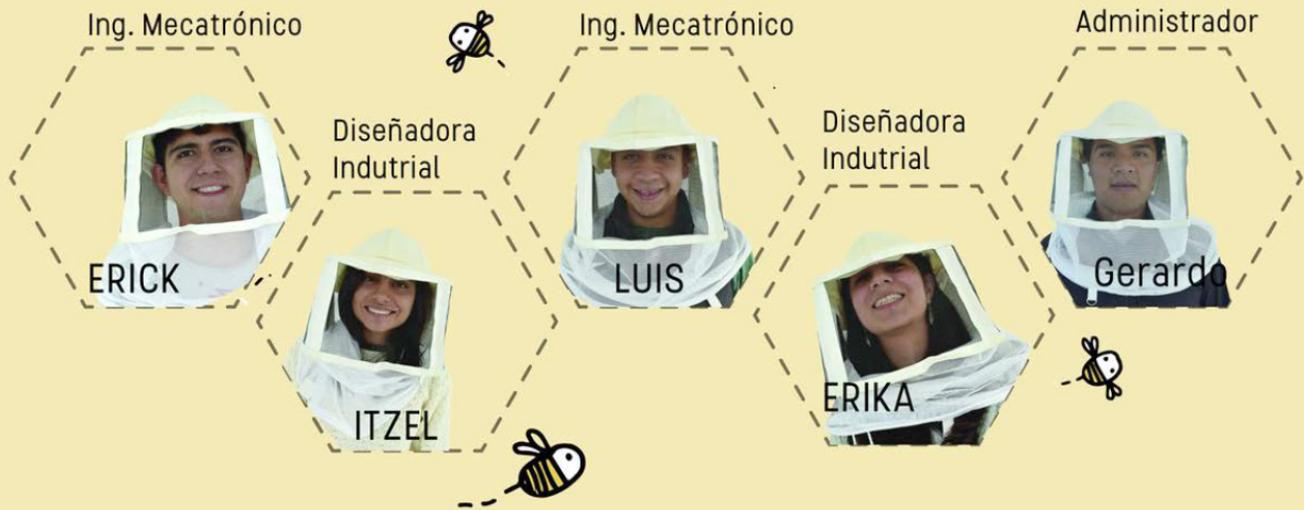


Figura 3.1: Integrantes iniciales del equipo.

Gracias a la versatilidad en PI, a lo largo del año de trabajo se unieron nuevos integrantes y uno más decidió retirarse. Para el primer caso, Itzel Alejandra Olivas Benítez, proveniente de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, llegaría por un programa de intercambio para aportar sus conocimientos sobre diseño industrial; Michelle Ayari Calderón Reyes, de la misma licenciatura pero proveniente del CIDI, incorporaría su visión y habilidades en el último tercio del proyecto. No todo fue tan bueno, después de tres meses Luis Gerardo cerraría su participación. Como se puede notar, los distintos integrantes estuvieron de manera activa en el proyecto durante distintos periodos de tiempo, mismos que se muestran en la Tabla 3.1 y Figuras 3.2 y 3.3.

	2016					2017				
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Itzel	[Barra amarilla]									
Alejandra	[Barra amarilla]			[Barra amarilla]						
Erika	[Barra amarilla]									
Michelle	[Barra amarilla]						[Barra amarilla]			
Gerardo	[Barra amarilla]				[Barra amarilla]					
Luis	[Barra amarilla]									
Erick	[Barra amarilla]									

Tabla 3.1: Tiempo de participación de los integrantes en el proyecto.



Figura 3.2: Participantes de PI durante sesiones de integración y de trabajo. Tales dinámicas (*paper bike*, comidas grupales, por mencionar algunas) permitieron a los participantes de cada proyecto conocer a sus compañeros inmediatos o de otros equipos, para adaptar sus capacidades y aptitudes en un trabajo óptimo y armónico.



Figura 3.3: Integrantes del proyecto Bee Hero.

En cuanto a los asesores, el equipo estuvo conformado por profesores de la Facultad de Ingeniería, CIDI, FA y FCA. Todos ellos aportaron sus conocimientos, experiencia y visión, impulsando al equipo con sus ideas y recomendaciones para que Bee Hero tomara forma de una manera viable. A través de cada sesión de trabajo y presentación de ciclo aportaron comentarios que, aunque a veces crudos, fueron de mucho valor para no dejar cabos sueltos en las ideas y pruebas que se realizaron, para no abandonar las ideas y continuar a pesar de todo.

3.3 Bee Hero: creación y desarrollo

A partir del siguiente apartado, y hasta el capítulo siete, se describen las actividades y los resultados del proceso de diseño que fue seguido para la propuesta de servicio Bee Hero. La información contenida está organizada según las 4 iteraciones del ciclo de PI mencionado anteriormente, refiriendo a cada una mediante una C que precede al número de iteración; así, el ciclo 1 será C1, ciclo 2, C2, etc.

Como primer punto, al inicio de ciclo, se encuentra el diagrama de Gantt con el que se administraron los tiempos y actividades requeridas para alcanzar los objetivos de cada iteración. Posterior a ello, se muestra la información obtenida y generada durante cada etapa según su enfoque, de acuerdo a lo explicado en el apartado "Metodología".

Así, para la primera fase enfocada en el usuario (C1 y C2), se obtuvo información relacionada con éste y su contexto, con el fin de generar dudas y, entonces, buscar resolverlas a través de entrevistas o prototipos de función crítica (C1). Dichos resultados permitieron la actualización del reto inicial, la elaboración de los personajes y los escenarios donde éstos se desenvuelven; todo para la generación de una propuesta de experiencia, que es el tema de enfoque para C2. Los aprendizajes de lo anterior llevan a C3, la fase orientada en el producto (C3 y C4) donde no sólo se establecen las especificaciones a los requerimientos obtenidos en C2 para realizar un prototipo más completo, además comienza a elaborarse un modelo de negocios donde se evalúa la viabilidad de la propuesta de experiencia y el producto mismo. Finalmente, en C4 se exponen las propuestas de solución y se describe de manera más detallada aquella que fue seleccionada y el papel que cumple dentro del servicio diseñado y en el modelo de negocios.



<http://img2.rtve.es/?w=1600&i=1473696155666.jpg>

4.0 CICLO 1:

Usuario

4.1 Diagrama de Gantt de ciclo

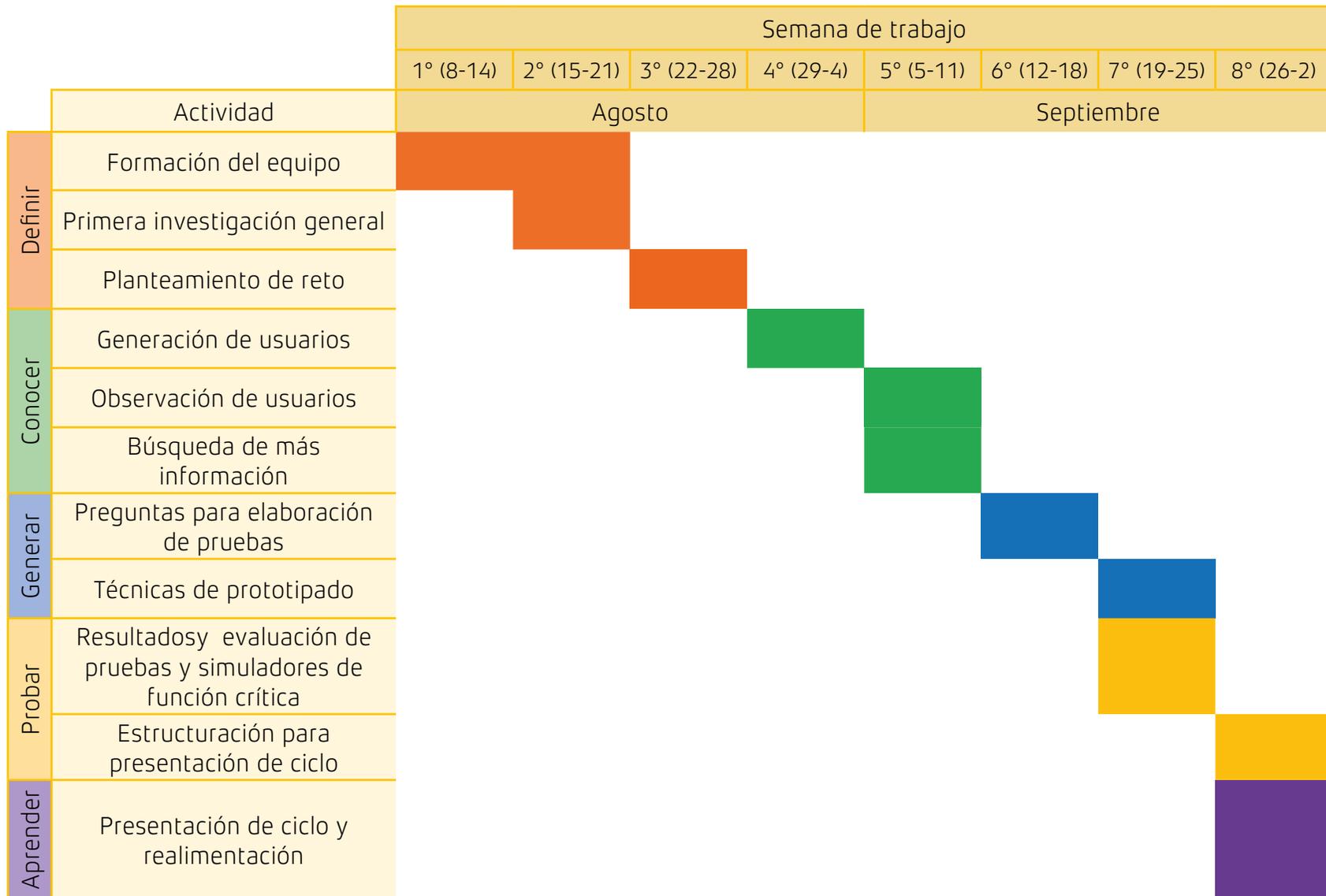


Tabla 4.1: Diagrama de Gantt para C1.

4.2 Generación del reto

Para la formulación del primer reto que estableció el equipo se hicieron converger tres aspectos: una investigación de primer acercamiento al tópic del proyecto, sesiones informativas con un colaborador con experiencia en temas de interés para SAGARPA y un pequeño acercamiento a vendedores en tianguis.

Investigación inicial

Con el fin de comenzar a ahondar en los temas mencionados en el objetivo del *brief* (documento informativo breve) que se entregó al equipo (Anexo II), se realizó una investigación somera en la que fueron consideradas aquellas palabras clave (Figura 4.1), y algunas otras que surgieron durante la búsqueda, en las que el equipo encontraría algunas pautas para orientar el proyecto.

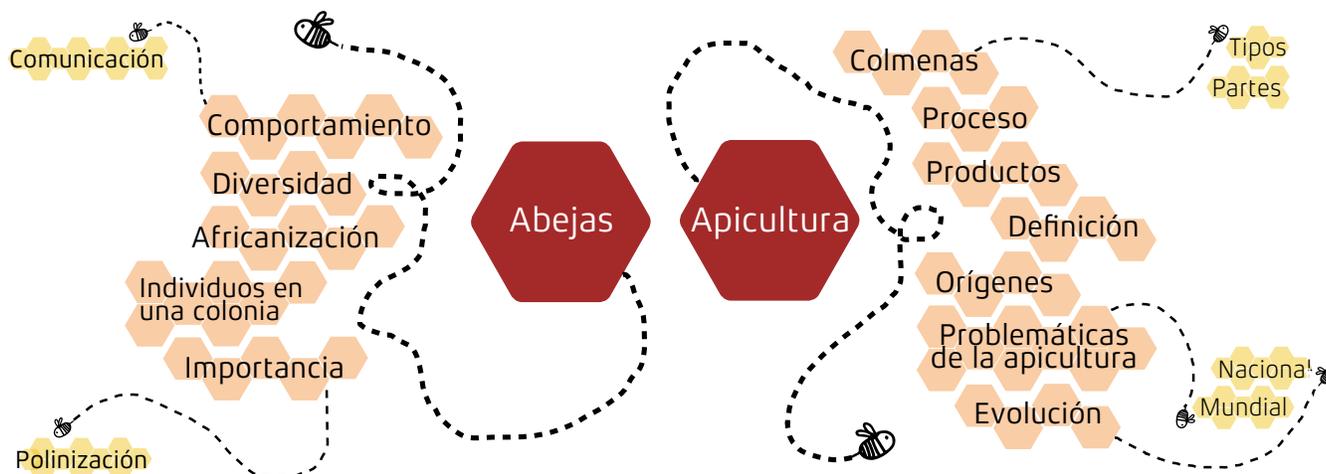


Figura 4.1: Palabras clave utilizadas para investigación.

Primeramente, la **polinización** es mucho más importante de lo que a simple vista se puede notar; según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), de cada 100 especies de cultivos, que proporcionan el 90% de la comida mundial, 71 son polinizados por abejas [14]; INRA y CNRS estimó el valor de tales cultivos en 153 billones de euros [15]. Por su parte, investigadores de la UNAM identificaron que el 86% de las 345 especies de plantas comestibles dependen de la polinización, valorando a la actividad en 43 mil millones de pesos. Mediante la extracción que hacen las abejas del **néctar** de las flores, es que ocurre la polinización cruzada, lo que fomenta en las plantas la capacidad para reproducirse.

Sobre las abejas, son insectos himenópteros, existen alrededor de 70 géneros y más de 20 000 especies [16], siendo el género *Apis* el de las melíferas, con las que principalmente se practica la **apicultura**. Socialmente, la **colonia** está integrada por una reina, abejas **obreras**, **zánganos** y **cría**. Uno de los comportamientos más sobresalientes, llamado **enjambrazón**, ocurre cuando el crecimiento de dicha población supera el espacio disponible para vivir; la **abeja reina** parte de la colonia junto con una cantidad de obreras y zánganos (no tienen **aguijón**), formando un **enjambre**, buscando otro sitio donde instalarse y prosperar. Fue a través de la domesticación de estos enjambres en **colmenas rústicas** (mediante el **trasiego**) que surgió la apicultura.

Sobre la apicultura, es una actividad ejercida mundialmente, siendo México uno de los principales productores y exportadores de **miel**, lo que ha generado una cantidad importante de divisas para el país. Es una práctica en la que el ser humano trabaja con abejas, proporcionándoles un habitáculo (**colmena**) y cuidados a cambio de obtener de ellas las diferentes sustancias que producen. Con el paso del tiempo se han mejorado las técnicas de esta actividad y se han implementado diseños de colmenas que hacen más fácil la tarea del **apicultor**; esto no ha evitado que, desde hace décadas, las poblaciones de colmenas estén disminuyendo.

El descenso mundial de abejas en los **apiarios** ha sido tema de importancia desde hace años, y hace algunos se acuñó el término "Síndrome de Colapso de la Colmena" (CCD por sus siglas en inglés), para agrupar a una serie de factores (no es conocido el verdadero responsable) que están provocando estragos en las abejas, desde la repentina desaparición de las colmenas hasta la muerte incontrolada de obreras dentro de las mismas (Figura 4.2).



Figura 4.2: Información complementaria de investigación inicial.

Sesiones con colaborador

Estas sesiones fueron de ayuda para dos aspectos: orientar las posteriores investigaciones en C1 (sobre enfermedades de colmena y las soluciones existentes), y tomar en cuenta algunas consideraciones sobre el escenario y los usuarios en los que inicialmente estuvo basado el proyecto. Sobre esto último, se trataba de una población de ideas políticas liberales, y de escasos recursos, que buscaba en la apicultura una forma de sustentarse económicamente, mediante prácticas tradicionales y que no incluyera tecnología costosa. Además, dentro de esta población existía una oposición por parte de las generaciones jóvenes a la apicultura, por lo que sólo la gente mayor era la interesada en esta actividad. Con estas sesiones, el equipo comenzó a considerar como tema de partida la motivación, cuestionando el papel que tenía en los apicultores expertos y en los no interesados.

Vendedores en tianguis

Por otra parte, como una manera de conocer el valor que tiene la apicultura para los distribuidores y productores agrícolas, y considerando que la agricultura depende de la polinización, se realizó una pequeña entrevista a ocho individuos que demostrara o no, desde otro enfoque, que el problema de la apicultura no estaba en sus herramientas, sino en la motivación de quien la práctica y que, a raíz de ello, los vínculos entre ambas prácticas se han debilitado (Apéndice A). De las respuestas obtenidas, se realizaron las siguientes observaciones:

- En general, no se identificó una base sólida en los entrevistados de lo que es la apicultura, mucho menos de los beneficios que tiene para la agricultura.
- Se considera a la apicultura como una actividad secundaria para generar un ingreso extra.
- La edad de los entrevistados rondaba entre los 35 y 40 años. Sólo una entrevistada, de tercera edad, conocía el fenómeno de **africanización**, y los efectos que tuvo al llegar al país.
- Al cuestionar sobre el interés que tendrían para entablar relaciones con un apicultor, la mayoría contestó negativamente, atribuyendo sus respuestas a falta de tiempo, espacio o por el desconocimiento de la **apicultura migratoria**.

Con los resultados obtenidos de todo lo anterior se concluyó que, si no existe el conocimiento suficiente que tiene la apicultura para un proceso tan cercano como lo es la agricultura, mucho menos lo hay en la ciudadanía, por lo que una de las maneras de generar conciencia en esta última sería a través de un producto que, aunque sea realizado por poblaciones donde no existen recursos económicos suficientes, fuera obtenido bajo altos estándares de calidad e inocuidad. Estas premisas dieron origen al primer reto que se formuló para C1:

MOTIVAR al apicultor, para que aumente su PRODUCCIÓN, cumpliendo con la CALIDAD necesaria en la miel para que ésta pueda ser comercializada.

Por otra parte se buscó iniciar, a través de concientizar a generaciones jóvenes, una nueva comunidad de apicultores que marquen una nueva manera de producir miel orgánica, capaz de competir con empresas de renombre vendiendo productos de la más alta calidad.

4.3 Información de contexto

Con una noción más clara del reto, se analizaron los ámbitos social, cultural, y tecnológico para identificar tendencias, tanto nacional como internacionalmente. Este conocimiento, cuya síntesis se muestra a continuación, serviría posteriormente para contrastarlo con entrevistas a usuarios extremos (apartado siguiente) y con ello, generar protocolos de pruebas.

Cultural

En México la apicultura es una actividad cuyo origen proviene de épocas muy antiguas. La miel, mencionada en distintos mitos y leyendas, fue considerada sagrada y llegó a tener usos ceremoniales, además de medicinales. Para los antiguos mayas, por ejemplo, la miel de abeja era parte importante en sus ofrendas y sacrificios: a través de ella mantenían una relación con Ah Muzenkab, dios protector de las abejas [17]. Civilizaciones de la antigua Grecia, Egipto y Roma también tienen registro de haber practicado actividades apícolas.

Ámbito Social

En la actualidad, el consumo de azúcar per cápita en el país es alarmante; la Organización Mundial de la Salud establece que el consumo saludable de un adulto promedio es de 25 gramos de azúcar al día, pero México supera esta cantidad recomendada. En 2014, se calculó que un adulto promedio consumió más de 104 gramos de azúcar al día, un equivalente a dos y medio refrescos diarios, más de cuatro veces lo recomendado por la OMS.



Figura 4.3 Datos estadísticos de obesidad y diabetes en México. Créditos a Vecteezy.com por siluetas.

En contraparte, aunque la miel tiene valores nutrimentales superiores al azúcar, su consumo en México es de una cucharada per cápita al año, en contraste con Alemania donde es de seis litros [18]. Todo lo anterior da lugar a que en México, incluyendo claro a su ciudad capital, exista un problema grave de obesidad.

Poblacionalmente, de acuerdo al INEGI, en el 2010 se registró que el 78% de la población ya habitaba en zonas urbanas con una tendencia al alza, siendo el restante 22% aquella que vive en espacios rurales.

Relaciones Internacionales

La exportación de miel ha traído consigo nuevas relaciones de comercio y múltiples beneficios. A lo largo del tiempo, México ha establecido relaciones comerciales entre varios países a través de acuerdos como el Tratado de Libre Comercio entre México y la Unión Europea (TLCUEM) en el 2000, y en el 2006 con Japón en el Acuerdo de Asociación Económica (AAE). Estas relaciones comerciales generaron fuertes lazos entre países y abrió las puertas al país a nuevas oportunidades de incrementar el comercio de la miel en el mercado internacional.

Entre 2010 y 2015, México alcanzó en distintas ocasiones el tercer lugar como exportador y el sexto como productor de miel a nivel mundial, con una producción anual mayor a las 56 mil toneladas [19] [20], ya que su producto se ha posicionado como uno de los más cotizados y preferidos en diferentes países (Figura 4.4). Un decremento en su producción del 40% en el 2016 significó su primer caída desde 2005 [21], lo que lo hizo llegar al 8° lugar como productor internacional [22].

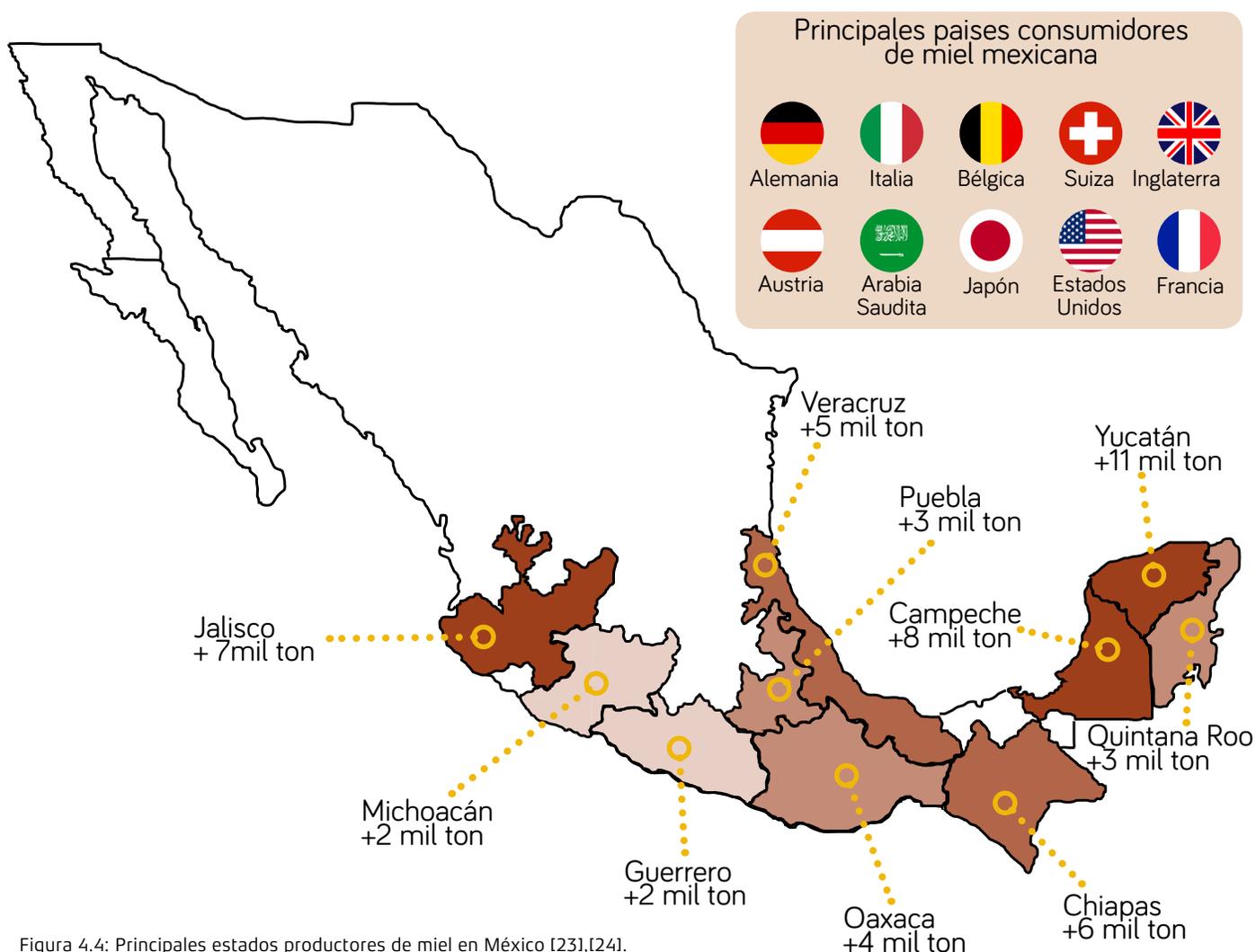


Figura 4.4: Principales estados productores de miel en México [23],[24].

Ámbito económico

El bajo nivel de profesionalización, y el limitado o nulo acceso a la información presente en pequeños apicultores, son algunas de las adversidades para mejorar la calidad de su baja producción. Esta falta de herramientas es una desventaja frente a los practicantes de otros países productores.

En cuanto a la cadena productiva y comercial de la miel en México (Figura 4.5), los activos con los que se cuenta para envasar, transportar y para la conservación de miel son inapropiados; en algunos casos el envasado se realiza en cubetas de plástico o con garrafas. Para el transporte, un 37.3% de todos los productores cuenta con un vehículo y referente al almacenaje, sólo un 12.3% tiene bodega, el resto dispone de cobertizos o cuartos para almacenar [25]. Debido a estas condiciones el apicultor recurre a intermediarios independientes o mayoristas para la recolección, envasado y transporte de su producto; estos procesos son los que agregan valor a la miel y hace que el margen de ganancia del apicultor se vea mermado. De hecho, en el 2010, el 95% de los productores de miel se encontraban por debajo del nivel de pobreza, recibiendo ingresos de 35 pesos por kilo, mientras que en el mercado nacional y externo los consumidores pagaron entre 50 y 90 pesos (por litro) para el primero y hasta siete dólares para el segundo [26].

Se puede pensar, según lo anterior, que la solución yace en aumentar el **apiario** de cada apicultor; viable, principalmente, de dos maneras: el trasiego y la compra de **núcleos** en puntos de venta de material biológico (Diproansa es uno de ellos). La poca capacidad adquisitiva de pequeños productores para mejorar la calidad de su producción (en herramientas y procesos) está frenada, al mismo tiempo, por la insuficiencia económica para la compra de núcleos con la cual aumentarían su producción y, con esto, sus ingresos, junto con la capacidad de recibir apoyos gubernamentales.

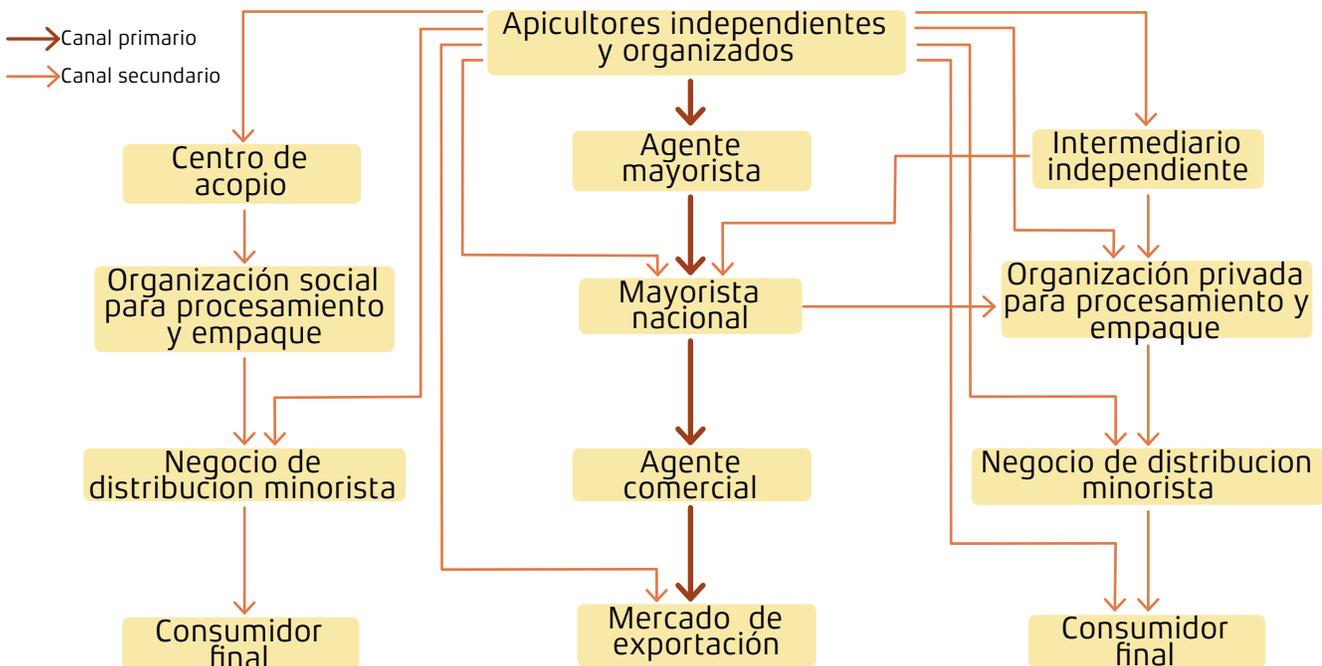


Figura 4.5: Canales de comercialización en México [26].

Ámbito tecnológico

Apicultura de precisión

Internacionalmente, en la práctica del cultivo del campo existe la llamada agricultura de precisión (AP): consiste en un sistema de apoyo a la producción que, a través de la implementación de tecnologías nuevas, eficientes y *eco-friendly* busca optimizar la calidad y cantidad de producción.

A menor escala, la “apicultura de precisión” surge ante los cambios que ha sufrido el sector y la necesidad de responder con exactitud a lo que sucede al interior de la colmena [27]. A raíz de esto, distintos países han realizado investigaciones (Figura 4.6) para definir parámetros (temperatura y humedad al interior de la colmena, peso, registro de audio e imágenes) que aporten información relevante al apicultor y que incluso sea de manera remota, enviándola a un *smartphone* o disponiéndola en un sitio web (Figura 4.7).

- 

Unión europea

Iniciativa *Application of Information Technologies in Precision Apiculture* (ITApic) propone el desarrollo de la apicultura de precisión en tres etapas: recolección de datos, análisis de información y aplicación práctica.
- 

Inglaterra

Universidad de Nottingham propone traducción de zumbido de abejas para conocer la salud de la colmena o cuando la colonia enjambrará.
- 

Chipre



Francia

Colmena electrónica que registra temperatura, humedad, la concentración de CO₂ y peso de la colmena.

El Instituto Nacional para la Investigación Agrícola Apialerte desarrolla un sistema de biomonitoreo para registro de tasas de mortalidad en colmenas.
- 

España

Mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), que cuenta con Denominación de Origen Protegida (DOP), los apicultores conocen aquellas zonas de cultivos no transgénicos. Además, con Bee Tracker las colmenas pueden ser monitoreadas vía GPS, teniendo registro de su trazabilidad.
- 

Estados Unidos

Plataforma Honey Bee Net de la NASA para informar sobre zonas en temporadas de **flujo de néctar**.
- 

Australia

Herramienta virtual BeeBox en donde con la utilización de imágenes satelitales se puede predecir las temporadas de floración.
- 

Chile

Bee Record: Uso de reconocimiento de voz para registrar información de colmena.
- 

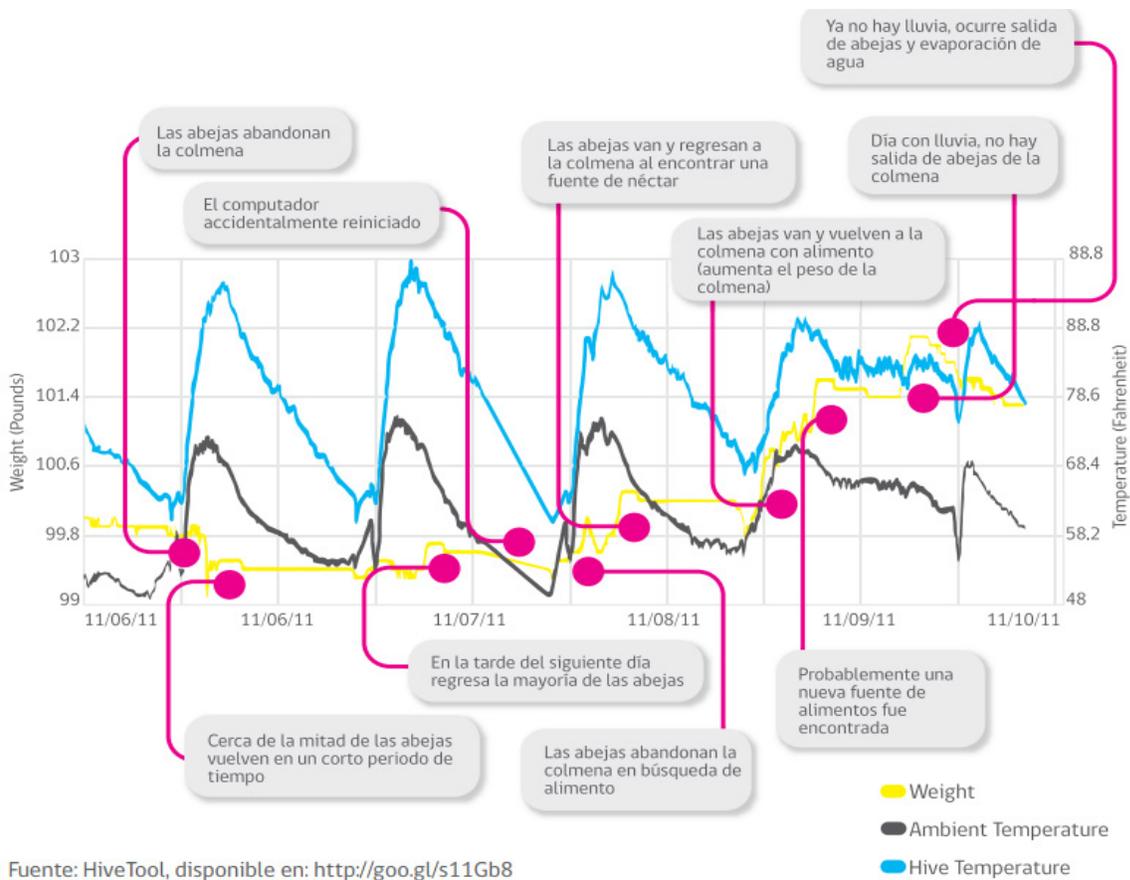
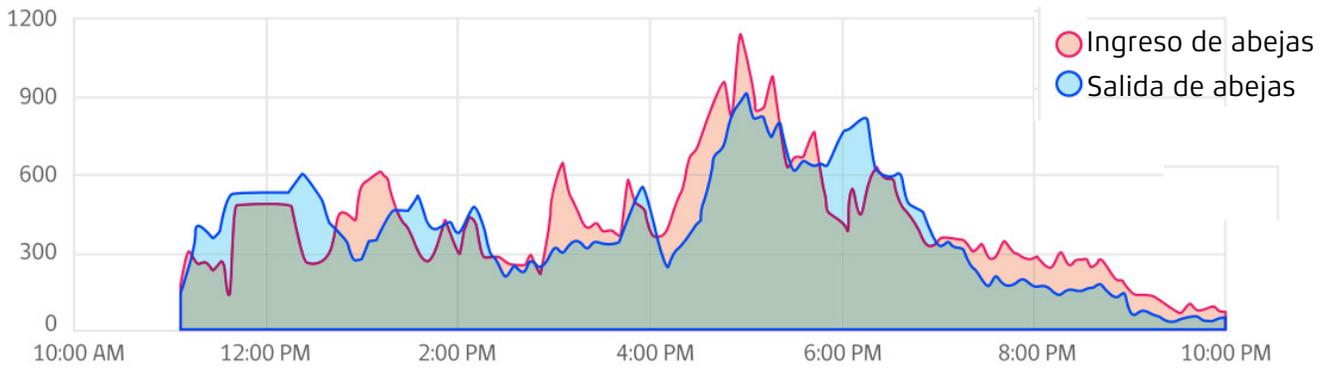
México

UPA-Xnox ha desarrollado [28]:

 - Aplicador de ácido fórmico: simplifica el proceso de medicación contra varroasis.
 - Deshumidificador de miel: mejora en funcionamiento.
 - Grúa para colmenas: transporte de al menos media tonelada de colmenas.

Figura 4.6: Avances tecnológicos de distintos países [27].

Registro 25 Julio, 2012. Cada 5 minutos de Intervalo



Fuente: HiveTool, disponible en: <http://goo.gl/s11Gb8>

a
b

Figura 4.7: a) Registro de entrada (azul) y salida (rojo) de abejas en una colmena [27]. b) Registro de peso y temperatura al interior y exterior de la colmena [27].

4.4 Información obtenida de usuarios

Una vez que el quipo tuvo noción del contexto en general alrededor de la apicultura, decidió efectuar un contacto directo a través de entrevistas realizadas a usuarios extremos; en este caso aquellos practicantes de la apicultura con un grado de conocimientos o experiencia que permitiera conocer el proceso de cerca, con sus dificultades, resultados y aquellas experiencias que no podrían ser encontradas en la literatura. Para este objetivo se recabó información de tres fuentes: Centro de Educación Ambiental (CEA) Acuexcomatl, llamada telefónica con empresa Son de Miel y la visita al apiario de un apicultor de pequeña producción. Al final de cada entrevista se enlistaron las observaciones más importantes.

Visita al CEA

Maestro en MVZ Daniel Prieto Merlos

El CEA Acuexcomatl, perteneciente a la Secretaría del Medio Ambiente (SMA) del Gobierno de la Ciudad de México, se encuentra en la zona lacustre de Xochimilco, dentro del Área Natural Protegida: Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Su misión es contribuir a lograr que la población se convierta en una colectiva informada, educada y dispuesta a participar en la solución de la problemática ambiental de la cuenca, mediante prácticas orientadas a la sustentabilidad de la región (Figura 4.8).



a **b** Figura 4.8: a) Espacio de CEA para aprendizaje de apicultura [29], b) Apicultor sujetando **bastidor** [30].

De la sesión con el maestro se conoció que:

- Septiembre, octubre y noviembre son los meses donde la población de una colonia aumenta; haciendo posible el fenómeno de enjambrazón.
- El peso de la colmena elevado al cuadrado es proporcional a su producción de miel.
- Una colmena de aproximadamente 10 000 abejas es capaz de producir un kilogramo de miel.
- La floración en la Ciudad de México sucede en los meses de septiembre y octubre.
- Las abejas domésticas generalmente se alimentan artificialmente con agua y azúcar.
- Una colmena produce entre 25 y 28 kilogramos de miel al año.

Además, el maestro Prieto Merlos recomendó que, para las entrevistas realizadas posteriormente a otros apicultores, se tuvieran en consideración preguntas relacionadas con la alimentación y medicación que el practicante da a las abejas, su distancia al apiario y la frecuencia con la que realiza el cambio de reina (Apéndice B).

Observaciones:

- A pesar de ser un centro de concientización, los visitantes no tienen contacto directo con las abejas y la apicultura, ya que todo el proceso es visto detrás de un cristal.
- El personal está compuesto por estudiantes en servicio social interesados en la apicultura.

Llamada telefónica con Son de miel Gabriela Esqueda

Son de Miel es una empresa que busca fortalecer el ecosistema de las abejas, apoyando la apicultura responsable en México y la preservación de especies nativas (**meliponas**) que están en riesgo de desaparecer. Distribuyen la miel a través de una cadena híbrida de valor; esto es, apoyando a apicultores artesanales y familiares de baja producción con alta calidad. Dicha cadena se fortalece informando a los clientes sobre el origen de la miel que consumen y las prácticas responsables que se siguen para obtenerla.



Figura 4.9: Algunos productos de Son de Miel [31].

Observaciones:

- Están formando iniciativas para gente joven preocupada por el problema actual de disminución de abejas y el valor que éstas tienen.
- Búsqueda de nuevas formas para transmitir el valor de los productos al consumidor.
- Uno de sus más recientes campos de interés es la **apicultura urbana**.

Visita a apiario en San Francisco Chimalpa Felipe Cruz Hermenegildo

En esta localidad del Estado de México el equipo pudo experimentar de primera mano la práctica de la apicultura a través de las colmenas de Felipe (un pequeño productor con cinco años de experiencia y asesorado por un especialista), que permitió a los integrantes realizar una cosecha de miel. Con esta actividad se conocieron, mencionado a continuación, algunas de las herramientas y el equipo de protección básico.



Figura 4.10: Integrantes del equipo en camino al apiario.

Para el proceso primero se preparó el material necesario (bastidores con **cera estampada** y **ahumador**) y se protegió el cuerpo de los participantes, poniendo especial atención en los intersticios que forma la ropa en las muñecas y tobillos. En algunos casos se utilizó un **velo de apicultor** y en otros una red plástica e incluso un suéter. Es importante que estas actividades fueran realizadas a una distancia considerable del apiario, con el fin de evitar **picaduras** en el proceso (Figura 4.11).

Posteriormente los involucrados se dirigieron a las **colmenas modernas** para trabajarlas una a una. Para acceder a las **alzas** y **cámara de cría**, se retiró el **techo** y la **tapa** y se les tranquilizó con el ahumador (las abejas, al pensar que se trata de un incendio en la colmena, van a las alzas y toman toda la miel que puedan, para alejarse de la colmena y volver dentro de unas horas), el cual puede contener ramas, yesca o un material orgánico que genere una gran cantidad de humo (Figura 4.12a-c).

Una vez despejada el área de abejas, se rompieron los **propóleos** (unen a los **panales** para dar soporte estructural y dificultan la manipulación) en los bastidores para su extracción con una **espátula** y posterior revisión. Esto último consiste en analizar la **postura** de la **reina fecundada** y la salud de las **larvas** en las **celdas** (Figura 4.12d).

Finalmente, se sustituyeron aquellos bastidores con **miel operculada** por unos con sólo cera estampada, listos para que las abejas trabajaran sobre ellos (Figura 4.13).



a **b** **c** **d** Figura 4.11: a) Bastidores con cera estampada. b) Preparación de ahumador. c) Ahumador encendido. d) Diversidad de equipo de protección.



a **b** **c** **d** Figura 4.12: a) Apiario de Felipe. b) Levantamiento de tapa y techo de una colmena. c) Aplicación de humo. d) Rompimiento de propóleos.



Figura 4.13: a) Extracción de bastidores con cría. b) Revisión de postura de reina y salud en larvas. c) Extracción de bastidores con miel **operculada**. d) Sustitución de bastidores operculados por vacíos con cera estampada.

Observaciones (Lista completa en Apéndice C):

- El ahumador es un instrumento difícil de manejar con una mano y guantes; sin ellos existe el riesgo de quemaduras.
- El grado de protección corporal dependerá de la mansedumbre en las colmenas.
- Felipe practica la apicultura como *hobby* familiar.
- Tres de las cinco colmenas que posee fueron adquiridas por trasiego.
- La miel no puede entrar en contacto con el agua porque se descompone, por eso la necesidad de un techo y una tapa.
- La extracción de miel es rudimentaria (se destruye el panal exprimiéndolo), lo que prolonga el tiempo más de lo habitual para realizar otra cosecha.

Adicionalmente, conforme la cosecha era realizada, Felipe aportó los siguientes comentarios (lista completa en Apéndice C):

- “Una colmena sin techo expuesta a bajas temperaturas por mucho tiempo arriesga a la cría”.
- “Días calurosos hacen difícil el manejo de las abejas”.
- “No se recomienda trasladar una colmena de día”.
- “Usamos pedazos de cría en el ahumador porque así las abejas piensan que hay un incendio en la colmena, entonces en lugar de atacar toman toda la miel que pueden y se alejan, volviendo horas después”.
- “Poner más colmenas no implica que se producirá más miel, todo depende del territorio donde las abejas habitarán”.

4.5 Dudas

Una vez culminadas las dos primeras etapas de C1, se realizó un cuestionamiento general de toda la información recabada de investigaciones y de las entrevistas con los usuarios extremos. A partir de estas dudas, se seleccionó aquel tema que tuviera mayor trascendencia para el reto y de cuyas pruebas posteriores el equipo pudo hacer hallazgos. Los temas principales fueron (Apéndice D para conocer las dudas relacionadas con cada tema):

- Equipo y actividades del apicultor (Anexo III).
- Consecuencias de alteraciones en el entorno de la colmena.
- Transporte y reubicación de una colmena.
- Nuevas maneras para cosecha de miel.
- Modificaciones en patrones de comportamiento de abejas para una mejor manipulación.
- Consumidor final.

El tema seleccionado fue con respecto al consumidor final; la gran producción de miel en México y su escaso consumo por la población nacional fueron considerados un área de oportunidad. En adición, de este tema se observó que podía develarse si la motivación en la apicultura era una problemática real o no.

Las pruebas que se realizaron fueron de dos tipos: para resultados estadísticos, se formuló una encuesta en línea a usuarios de redes sociales y para aspectos más cualitativos, sobre experiencia, se evaluó la preferencia que ciudadanos tenían al azúcar o la miel (envasada industrial y artesanalmente).

4.6 Protocolos para entrevistas y pruebas

Prueba "Azúcar vs. Miel"

La prueba consistió en hacer probar a los entrevistados agua de limón con tres tipos de endulzante (azúcar, miel natural y miel industrial), siéndole desconocido qué producto contenía cada uno de los tres vasos. Entre cada intento se dio un poco de agua simple para que el sabor anterior no alterara la respuesta final a la pregunta: ¿Cuál era el vaso de agua de su preferencia y por qué? Respondido esto, la persona debía enumerar en orden de preferencia cada uno de los vasos.



Figura 4.14: Usuarios durante la prueba probando los tres tipos de agua, generando diversos comentarios y gestos.

Encuesta a consumidores

En esta serie de preguntas, que fueron realizadas por medio de la herramienta "Formularios de Google", se solicitó información relacionada a la noción que se tiene sobre la miel, la frecuencia de su consumo, su fin y la razón por la que es o no comprada, así como cuál es el endulzante más cotidiano (Lista de preguntas en Apéndice E).

4.7 Resultados de pruebas

Prueba "Azúcar vs. Miel"

Número de entrevistados: 19

USUARIOS		Azúcar 	Miel natural 	Miel industrial 
Primera ronda	Usuario 1	2do lugar	1er lugar	3er lugar
	Usuario 2		1er lugar	
Segunda ronda	Usuario 3	1er lugar		
	Usuario 4			1er lugar
Tercera ronda	Usuario 5	3er lugar	2do lugar	1er lugar
	Usuario 6	2do lugar	3er lugar	1er lugar
	Usuario 7			1er lugar
Cuarta ronda	Usuario 8	1er lugar		
	Usuario 9	1er lugar		
	Usuario 10	1er lugar		
Quinta ronda	Usuario 11		1er lugar	
	Usuario 12			1er lugar
Sexta ronda	Usuario 13	2do lugar	1er lugar	
	Usuario 14	3er lugar	2do lugar	1er lugar
Séptima ronda	Usuario 15	1er lugar		
	Usuario 16	3er lugar	2do lugar	1er lugar
Octava ronda	Usuario 17		1er lugar	2do lugar
	Usuario 18	2do lugar		1er lugar
	Usuario 19	2do lugar	1er lugar	

Figura 4.15: Desglose de resultados.

Primer lugar de preferencia



Segundo lugar de preferencia



- "Mucha azúcar, no sabe a limón (confundió sabor de la miel con el azúcar)".
- "No compraba un agua de éstas".
- "Sabe bien rico".
- "Porque estaba más dulce".
- "Me sabía mucho a miel".
- "Sabor diferente".
- "Le gusta el sabor de la miel en las bebidas".



- "Exceso de azúcar".
- "Tiene un sabor diferente".
- "Esta ni por el color".
- "Sabe como a cerveza".
- "Por eso es menos dulce".
- "La hubiera regresado".
- "Definitivamente no".
- "Me supo un poco fermentada".



- "Sabor balanceado".
- "Porque es menos dulce".
- "Es como splenda".
- "Sabor a limón".

a
b
Figura 4.16: a) Síntesis de respuestas. b) Comentarios de los entrevistados.

Observaciones:

- El sabor de la miel predomina sobre el del limón, dejando de ser sólo un endulzante que realizaba el sabor del agua, volviéndose un sabor como tal.
- Muchos de los participantes desconocen a la miel como un endulzante para bebidas o alimentos, ya que en su mayoría es usada como un tratamiento antigripal.
- Los resultados de la prueba fueron sesgados por el sabor del agua y el color. Así como la preferencia o rechazo del usuario por lo sabores dulces.
- El sabor dulce en una bebida está asociado directamente al azúcar, ignorando que pudiera ser miel. Al ser detectada, se incrementa la importancia de que ésta tenga un sabor conocido.

Encuesta a consumidores

Número de encuestados: 246

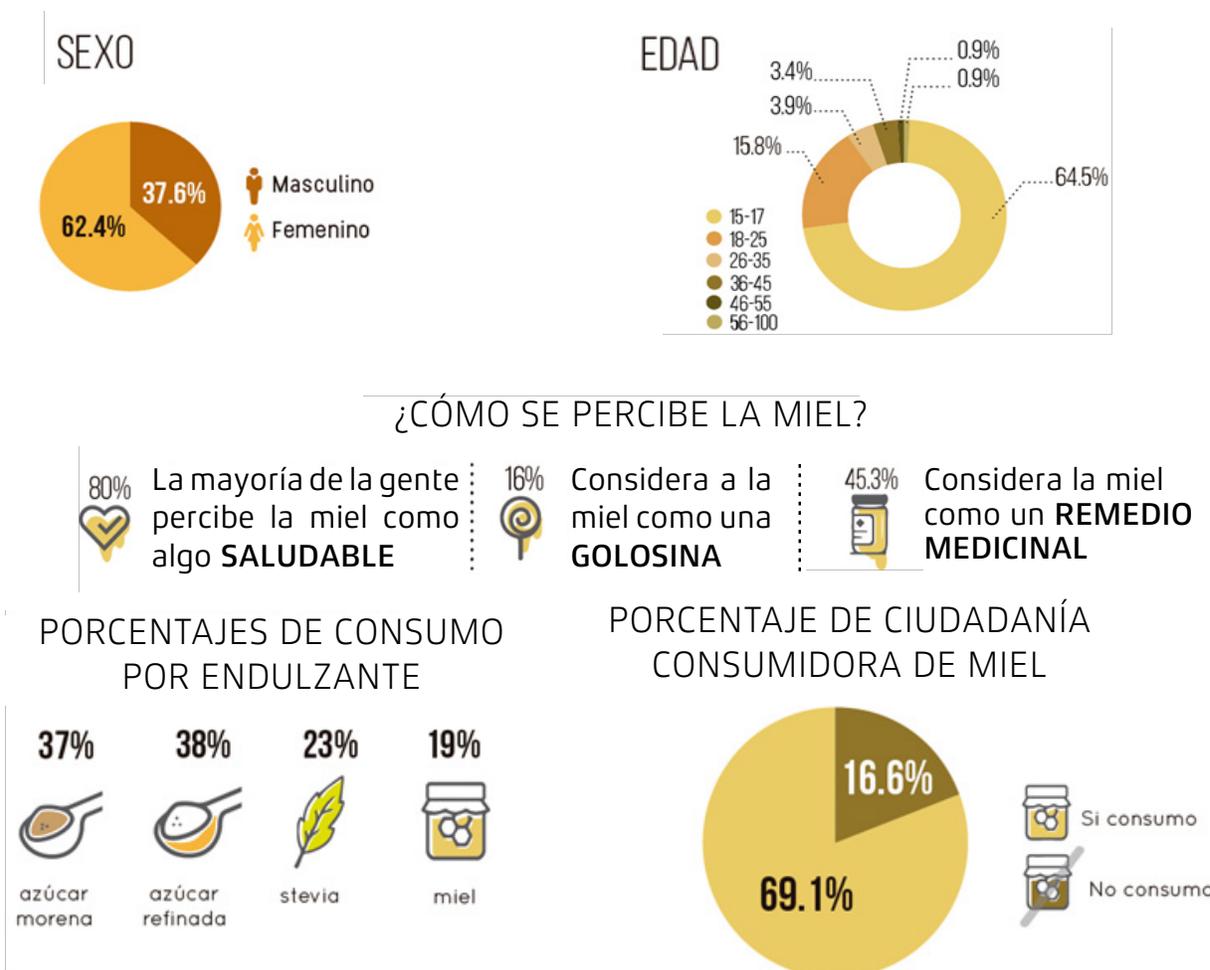
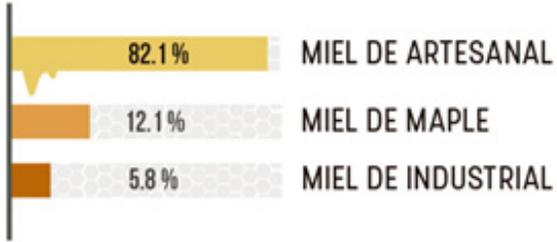


Figura 4.17: Encuesta a consumidores de miel y resultados. 1 de 2.

TIPOS DE MIEL CONSUMIDA



CONSUMO DE LA MIEL



¿POR QUÉ NO SE COMPRA LA MIEL?



¿DÓNDE ES COMPRADA LA MIEL?

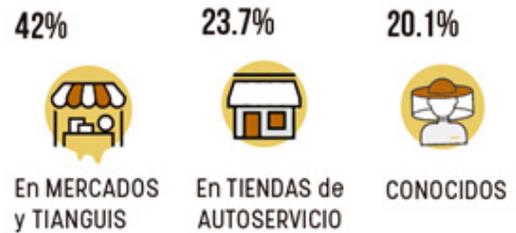


Figura 4.18: Encuesta a consumidores y resultados. 2 de 2.

Observaciones:

- Los participantes atribuyen propiedades saludables a la miel.
- Casi la mitad de los encuestados asocian al producto melífero con remedios medicinales.
- Es el producto endulzante que menos se consume, por debajo del azúcar de caña y la hoja de stevia.
- Existe una preferencia por adquirirla en mercados y tianguis.
- Contrario a lo que se pensaba, la mayoría de encuestados dice consumir miel artesanal (extraída y envasada por su productor), incluyendo a conocidos suyos.

4.8 Síntesis de conclusiones y hallazgos del ciclo

Conclusiones

Los resultados de las pruebas demostraron que el principal motivo por el que la gente no consume miel en México es por su asequibilidad. A pesar de que el 83% por ciento de los encuestados prefiere la miel artesanal, el precio de ésta es considerado alto y es difícil encontrar puntos de venta donde sea de alta calidad; ello inclina a los entrevistados a adquirir azúcar o, en su defecto, miel comercializada por empresas. El consumidor desconoce las diferencias entre la calidad y tipo de miel, por ello tiende a desprestigiarla si su color o sabor no es aquel al que está acostumbrado.

Adicionalmente, por la diversidad de escenarios y de problemáticas que se generan a partir de las diferentes prácticas de cada productor, se consideró necesario entrevistar a más apicultores.

Hallazgos

Al término del primer ciclo se adquirieron los siguientes conocimientos:

- La apicultura en México es una actividad económica importante; debido a la exportación de miel son generados aproximadamente \$58 000 000 MXN anualmente. Sin embargo, nacionalmente, no existe una cultura de consumo de miel de abeja, ni de la importancia de esta especie.
- El gobierno brinda apoyos para los apicultores, pero éstos no alcanzan para todos.
- Hay falta de capacitación y seguimiento para apicultores novatos.
- No existe una relación entre la apicultura y las actividades primarias cercanas a ésta. En particular con la agricultura no existe una vinculación directa; no hay cultura de polinización en México a pesar de ser actividades simbióticas.
- La apicultura, en muchos casos, suele ser una actividad que se realiza en familia, y ésta es con el fin de generar un ingreso extra.
- Existen nuevas iniciativas de difusión del valor de la miel y la importancia de las abejas, aunque el impacto que estas iniciativas están generando aún es mínimo.
- A causa de una pobre capacitación (muchas veces de tipo empírica), pocos apoyos económicos para crecer su apiario y un menosprecio del consumidor hacia los productos que, aparentemente, no superan la calidad de aquellos envasados industrialmente, es que el apicultor no se siente motivado a seguir con la actividad.
- En México, la razón por la que se necesita impulsar la apicultura no es para superar sus índices de producción de años anteriores, sino para que los recupere.
- La apicultura es una actividad que puede practicarse a pequeña (menos de 10 cajones) y gran escala; cada una tiene áreas de oportunidad en diferentes segmentos del mercado.

- La falta de ingresos necesarios para aumentar las poblaciones de un apiario inclina a los pequeños apicultores a esperar la enjambrazón de los que poseen o realizar el trasiego de colmenas silvestres.
- Aunque la tecnología para mejorar la producción existe, apicultores como Felipe no tienen un completo conocimiento de ella, atribuyendo su uso a productores de gran escala.
- Problemas de urbanización en espacios de zonas rurales ha reducido el área polinizable por las abejas y por tanto la producción que podría obtenerse.
- La eficacia de las prácticas en la apicultura depende de cada practicante. La producción está ligada a las temporadas de flujo de néctar y, por supuesto, a los usos y costumbres de cada productor.

4.9 Realimentación

Al término del ciclo se realizó una presentación con los resultados obtenidos hasta el momento. En tal ponencia, con los comentarios recibidos de los asistentes, se identificaron otras áreas de oportunidad y ello ayudó a redireccionar el reto inicial y las actividades posteriores. Una de las frases más sobresalientes del público fue:

- "Su reto está basado en buenos deseos y no está tan enfocado en algo que los lleve a una solución tangible".

Este comentario tuvo una gran repercusión en el equipo, a tal grado que motivó a analizar con otra perspectiva la línea de investigación que se estaba siguiendo y darse cuenta que, en efecto, incrementar la producción y calidad de los apicultores interviniendo en su motivación por practicar la crianza de abejas sería una tarea árdua y que, aún llevándola a cabo, no aseguraría resultados positivos, ya que en cada uno existe un arraigo a su cultura, variable considerada por los participantes como las más importante y, al mismo tiempo, la más difícil de cambiar.



5.0 CICLO 2:

Experiencia

5.1 Diagrama de Gantt de ciclo

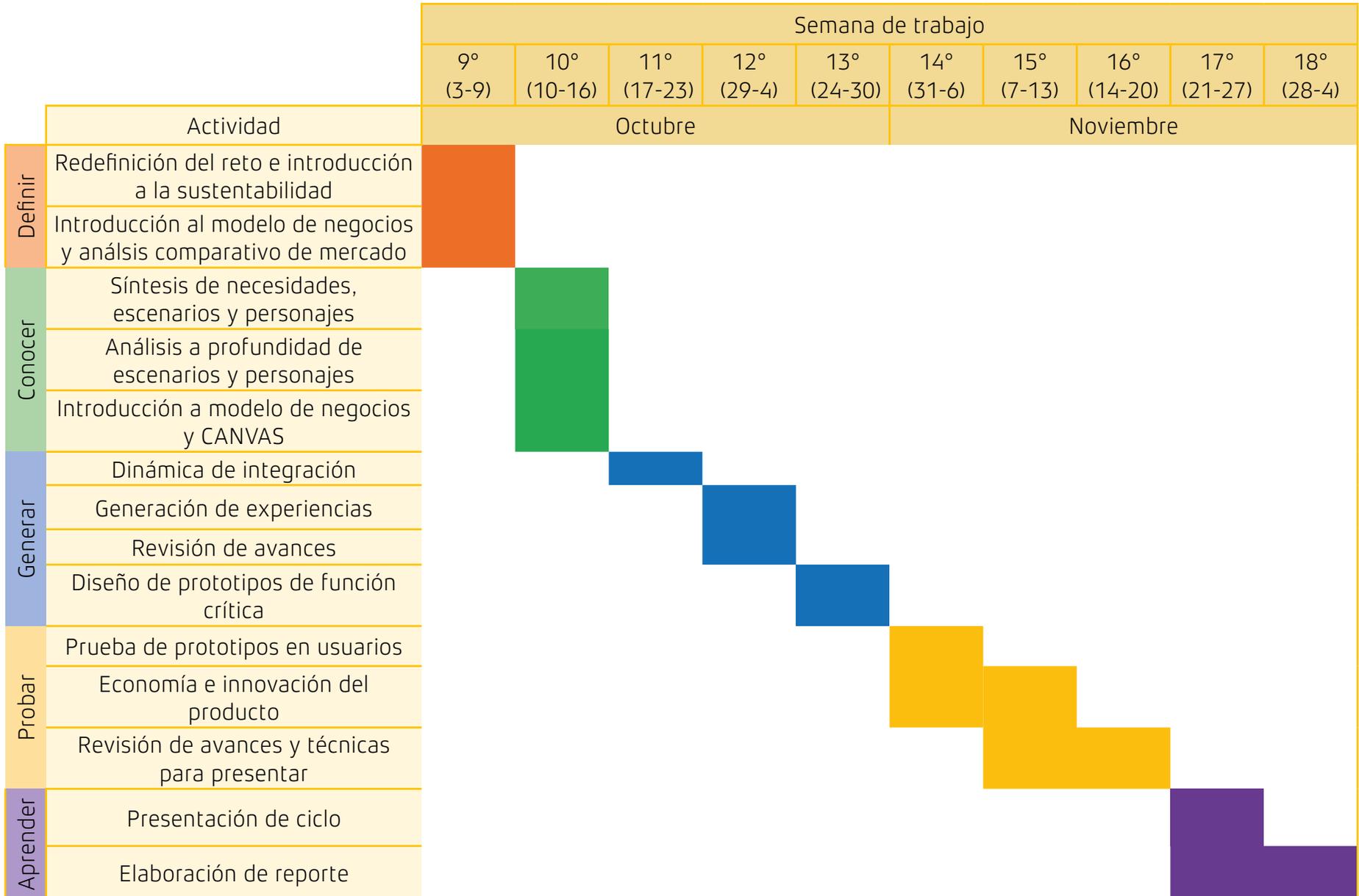


Tabla 5.1: Diagrama de Gantt para C2.

5.2 Actualización del reto

De la realimentación obtenida en C1, el reto fue analizado y reorientado porque, desde un punto de vista objetivo, cambiar la motivación que tiene una persona para ejercer la apicultura es específico en cada caso; la propia actividad, la salud de cada colmena y la producción depende en gran medida de las costumbres y prácticas que tenga el productor, siendo que lo eficiente para uno (por condiciones climáticas, temporadas de floración, etc.) puede no serlo para otro. Además, por un cese en la colaboración mencionada en el ciclo anterior, el objetivo se cambió para conocer a más apicultores; los escenarios y personajes de C1 eran muy acotados y diseñar para la comunidad planteada no aseguraría éxito para los apicultores no pertenecientes a ésta.

Para la redefinición del reto, se tomaron en cuenta algunos comentarios que surgieron en las entrevistas realizadas; sabiendo hasta este punto que los recursos de SAGARPA no alcanzan para todos los productores (más tarde se desmentiría esto), que la africanización es una situación que afectó a la población cuando comenzó en México (muchas personas temen a las abejas desde entonces), y que la apicultura urbana es un concepto que recién entró al país, se decidió investigar con mayor profundidad y realizar más entrevistas a usuarios directos e indirectos, de tal manera que se estableció como reto:

CAMBIAR la experiencia de la REMOCIÓN de colonias de ABEJAS SILVESTRES en el CONTEXTO URBANO de la ciudad de México y área conurbada.

5.3 Nueva información de contexto

Debido al cambio de enfoque, fue necesario que el equipo se actualizara con los temas de contexto social, tecnológico y ambiental relacionados con la apicultura urbana, la cultura que se está generando alrededor de la importancia de las abejas y las tendencias que existen al respecto.

Ambiental

De lo obtenido en C1, aunque se sabía que las abejas peligran, no se conocía la magnitud: se ha registrado ya desde el 2007 en México una tasa de mortalidad que va desde el 30% al 80% [32], del 10% al 30% en Europa y más de 85% en Medio Oriente [4]; no pudiéndose explicar además una inusual desaparición de ejemplares en los apiarios. Para conocer más al respecto, se investigó de forma exhaustiva, encontrando información más específica sobre aquellas causas que agrupa el CCD, es decir, enfermedades, cambio climático y uso de insecticidas en los cultivos.

Enfermedades

Existen más de veinte enfermedades identificadas en las abejas *Apis mellifera*, pero sólo la mitad son de verdadera importancia y ninguna de ellas se transmite al ser humano en condiciones normales [34]. Los apicultores, por su parte, deben tener especial cuidado de los padecimientos

que afectan a la cría, ya que en ésta se encuentra la supervivencia de una colmena. Algunas de las más peligrosas son la varroasis, loque (americana y europea) y la infestación por el Pequeño Escarabajo de Colmena (PEC), que recién ha llegado a México.

Varroasis

Es provocada por un ácaro externo a la colmena y se ha logrado extender por todo el mundo (exceptuando Australia y Nueva Zelanda). Ataca a la cría y a las abejas adultas. Su presencia provoca deformaciones en las alas y abdomen desde que la abeja es una larva, volviéndola menos productiva, reduciendo su tiempo de vida (a la mitad) y volviéndola propensa a muchas enfermedades virales cuando es adulta (Figura 5.1a).

Loque

Con esta enfermedad la colonia no se puede recuperar [35]. Es producto de una bacteria que se esparce por esporas y que ataca a las larvas dentro de las celdas operculadas. Aunque se pueden eliminar las bacterias, no es así con las esporas, es por ello que se recomienda la quema completa de las colmenas y los equipos. Es detectable al ver que las larvas tienen un color amarillento (Figura 5.1b).

PEC

Tanto larvas como adultos de esta especie se alimentan de larvas, **polen**, miel y cría de abejas. Esta enfermedad, que produce fermentación y contaminación en la miel, se propaga de manera rápida, a tal grado que las abejas llegan a abandonar la colmena. Esta plaga, originaria de Sudáfrica, es la más reciente en el país, identificada en octubre del 2007 en el norte de Coahuila; encontrándose ya en 14 estados de la república. Puede tratarse con insecticidas [36](Figura 5.1c).



Figura 5.1: a) Abejas al centro deformadas [37]. b) Larvas afectadas por loque. [38] c) PEC dentro de colmena [39].

Cambio climático

Con el cambio climático surgen temporadas de sequía atípicas o la ampliación de aquellas con bajas temperaturas, lo que genera un desfase o la inexistencia de la temporada de floración de las especies que las abejas polinizan, reduciendo el tiempo disponible de flujo de néctar para que éstas realicen **pecoreo** [40]. Esto último reduce la estimulación de la reina para ovopositar y, como consecuencia, la colmena no renueva su población con obreras nuevas con la misma velocidad, generando como consecuencia final una reducción en la producción y, si la situación es muy extrema, la migración de la colmena en busca de un ambiente apto para sobrevivir.

Insecticidas neonicotinoides

La utilización de productos químicos en los cultivos para eliminar insectos y plagas ha repercutido de manera negativa en las poblaciones de los polinizadores. Según un estudio publicado por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), se confirmó que el uso de tres insecticidas (el imidacloprid y la clotianidina, producidos por Bayer, y el tiametoxam, producido por Syngenta) es de alta peligrosidad para las abejas [41]. Alguno de los efectos que producen son: descoordinación, parálisis, desorientación, deficiencia en vuelo y termorregulación. La prueba de estas reacciones ha causado la restricción de su uso, sólo en la Unión Europea [42].

Social (Nacional)

Focos rojos

Respecto al descenso de las poblaciones de colmenas en los apiarios en todo el mundo que se mencionó anteriormente, el diputado Ángel García Yáñez de Nueva Alianza se pronunció en apoyo de los apicultores e instó a SAGARPA a implementar programas de apoyo, mejoramiento y capacitación, ya que en estados como Chihuahua, Durango, Coahuila, Zacatecas y Querétaro estos productores han encendido focos rojos ante la muerte y desaparición de abejas [43].

Bomberos vs. Abejas

Analizando ahora al Heroico Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de México, se encontró que, durante el año 2011, estuvo a cargo de controlar y exterminar 7 680 enjambre de abejas, siendo el mes de octubre aquel en el que se registró el mayor número de llamadas (1 473).

Esta situación no fue específica de ese año, ya que de acuerdo al entonces HCBDF, en años anteriores las llamadas por remoción en enjambres se han colocado como el primer motivo de auxilio a los bomberos (Figura 5.2).

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	1er trim. 2013	Promedio
Retiro de enjambres	9,083	7,674	9,905	8,364	7,680	6,406	1,715	8,185
Fugas de gas	8,334	7,909	7,623	8,096	7,055	7,262	2,078	7,713
Incendios	4,469	5,564	5,919	6,205	6,793	4,157	2,370	5,518
Falsas alarmas	1,000	3,115	4,975	6,515	6,405	5,186	1,442	4,533
Choque/volcadura	3,075	4,287	4,350	3,639	3,580	4,040	1,034	3,429

Figura 5.2: Número de servicios brindados por bomberos según evento [44].

De hecho, tomando como referencia que una colmena está compuesta por al menos 25 mil abejas obreras, podrá notarse en la imagen siguiente el impacto que implica su exterminio, considerando los 7680 enjambres que, de la tabla anterior, los bomberos eliminaron en 2011.



Figura 5.3: Impacto ambiental y económico por pérdida de enjambres [45].

El rescate de colmenas en México

Contrariamente, para hacer frente a la baja de abejas, en el país se han implementado iniciativas para el rescate de colmenas que se instalan cerca de zonas habitadas. Una de ellas fue en el municipio de Lerdo, Durango, donde el cuerpo de bomberos exhortó a la ciudadanía a reportar de manera pronta los panales silvestres que encuentren en el campo (cerca de una zona habitada) o en la ciudad, con el fin de evitar los problemas que podrían surgir a causa de la africanización, lo que las vuelve agresivas y territoriales. Durante el primer mes se observaron resultados positivos, al ser registrados más de 10 llamadas y 54 núcleos reportados y rescatados [46].

Efecto colmena

De forma similar y tras una exhaustiva investigación, sólo fue posible encontrar en la Ciudad de México una Asociación Civil (A.C.) que se encargara de la remoción y rescate de colmenas urbanas. Con menos de un año de haber surgido y teniendo como objetivo la concientización en la población sobre lo importante que son las abejas en nuestro entorno se localizó a Efecto Colmena. Más adelante se explicará su logística.



Figura 5.4: Logo y programas de Efecto Colmena [47].

Con esto es evidente que la situación de las abejas en México es contradictoria y con diferentes posturas. Por un lado, en ciertas zonas los cuerpos de bomberos canalizan las llamadas para que expertos se hagan cargo y por otro, en la misma zona donde estos servidores públicos tienen la instrucción de matar los enjambres reportados en aras de proteger a la ciudadanía, existen asociaciones que reciben directamente las llamadas para evitarlo. Esta situación tan heterogénea no es igual en otros países.

Social (internacional) Hotel para abejas

En algunos países de oriente, la importancia del papel que desempeñan las abejas no sólo es reconocida por la ciudadanía sino que, además, se busca ayudar directamente a la especie a través del consumo de ciertos productos. Alemania, por ejemplo, comercia un *six-pack* de *smoothies* cuyo empaque (y un paquete de popotes orgánicos) puede ser transformado en lo que llaman un “hotel para abejas” (Figura 5.5). Esto demuestra la conciencia que ya existe en Europa y una de las tendencias que más fueron identificadas durante este ciclo: la apicultura urbana.



Figura 5.5: De izquierda a derecha: presentación al consumidor, construcción de hotel, montaje en pared [48].

Bee Busters

Esta empresa, con sede en California, se encarga de la remoción y rescate de abejas. Teniendo más de treinta años de experiencia en el mercado, cuentan con una amplia variedad de material multimedia que muestra las situaciones, de entorno y tipos de abejas a rescatar, que han enfrentado (Figura 5.6a-b).

Dentro del equipo que utilizan, cuentan con su propia succionadora de abejas, que consta de dos recipientes, uno almacenado en otro. Aquel que es de menor tamaño está compuesto de una rejilla que permite una correcta ventilación para las abejas. Dicho recipiente cuenta con una tapa inferior fija y una superior plegable, en cuyo centro se encuentra un boquete más pequeño por donde las abejas ingresan (Figura 5.6c). Han hecho adaptaciones en la boquilla para poder rescatar en las situaciones más difíciles.



a Figura 5.6: a) Escenarios donde Bee Busters ha hecho rescates (cuentan con una boquilla telescópica para diferentes alturas).
b **c** Succionadora de abejas elaborada con un bote, una extensión y una manguera. c) Vistas de contenedor interno de succionadora con abejas [49].

Tecnológico

Abeja robot

El avance en los circuitos a muy pequeña escala llevó, en el 2016, a que el Ingeniero Rafal Dalewski, de la Universidad Politécnica de Varsovia, lograra diseñar una abeja robótica (dos prototipos, uno terrestre y otro volador) con la capacidad para polinizar artificialmente una planta. Dicho dron tiene como algunas de sus habilidades el poder encontrar una flor, recoger su polen y transportar dicho material hasta una flor del sexo masculino. Este nuevo dispositivo fue probado con éxito, mencionándose que se implementaría a partir del 2017. Durante la entrevista, Dalewski afirmó que este dron polinizador busca complementar y no sustituir el proceso de polinización natural, ni a las abejas mismas [50].



Figura 5.7: De izquierda a derecha: prototipo terrestre [51], prototipo volador [52].

Elaboración de manuales para crianza de abejas y producción de miel

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en colaboración con el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), cuenta con un conjunto de manuales de prácticas que permiten a los apicultores, novatos o expertos, realizar una correcta crianza y una producción de miel de calidad, con el fin de alcanzar estándares de inocuidad para exportación. Estos manuales recomiendan al lector terrenos, condiciones del entorno, equipo, prácticas idóneas e incluso las relaciones que debe entablar con los agricultores de los alrededores para lograr resultados óptimos.



Figura 5.8: Diversidad de manuales sobre apicultura y temas afines [53-56].

Productos Brushy Mountain Bee Farm

Por su amplio inventario, este sitio web fue consultado para conocer equipo adicional, diseñado para aumentar o especializar la producción de miel y para facilitar las operaciones de trasiego. Aquellos de mayor interés para el equipo se mencionan a continuación.

Envasador

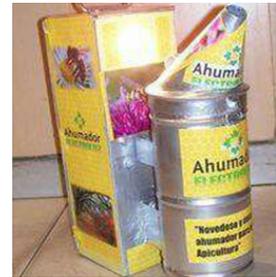
Permite vender miel operculada con una geometría prediseñada (Figura 5.9a). Este método de venta es utilizado en el continente europeo y evita que los bastidores con cera sean centrifugados para la extracción de miel, lo que agiliza el proceso de venta, pero retrasa el de producción.

Excludor de reinas

Para una eficiente operación de trasiego se recomienda capturar primeramente a la reina de la colmena: ésta informa a la colmena su ubicación emitiendo feromonas. Brushy Mountain Bee Farm ofrece dentro de su inventario un **excludor de reinas** (Figura 5.9b). Con un costo de \$5.95 dólares en EE.UU. y de \$90 pesos en la tienda de Diproansa (ubicada al centro de la Ciudad de México) este dispositivo es mal evaluado por los consumidores, ya que existen ocasiones en que la reina logra escapar.

Ahumador electrónico

Respecto a la tranquilización de abejas y lo difícil que es manipular el ahumador (observación hecha con Felipe), se encontró como lo más novedoso un ahumador electrónico (Figura 5.9c). El vendedor se encuentra en Argentina y en el producto se integra un foco de 50 [W] y se sustituye el fuelle convencional por un motor que puede ser alimentado con 110 [V] o 220 [V] y que puede ser ajustado para diferentes frecuencias de aplicación.

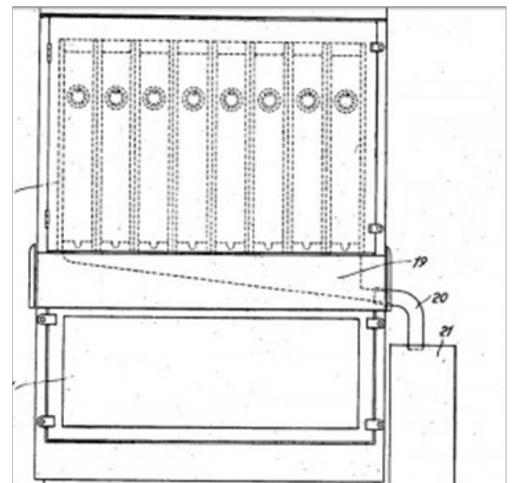
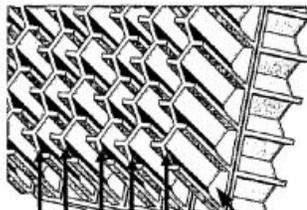
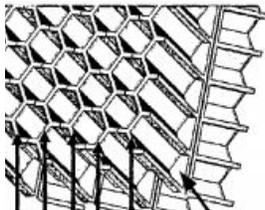
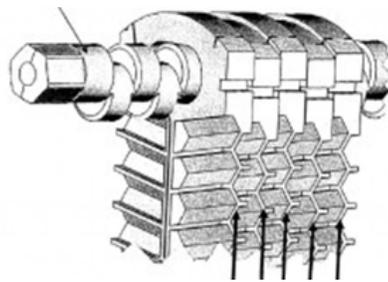


a b c Figura 5.9 a) Envasador de miel [57]. b) Excluidor de reinas [58]. c) Ahumador electrónico [59].

Flow hive honey

Una idea que aparentemente es revolucionaria y permite extraer la miel de una colmena con mover una palanca [Figura 5.10a-c] es la idea por la que los hermanos australianos, Cedar y Stuart Anderson, solicitaron \$70 000 dólares en la plataforma de *crowdfunding* INDIEGOGO. Su aceptación fue rotunda; al tercer día de su publicación lograron reunir \$2.8 millones de dólares.

Los principios de esta idea están en la patente n°US2223561A [Figura 5.10d], publicada por Juan Bizcarro en el año 1939, donde se proponen celdillas de metal móviles para extraer la miel por gravedad. Las diferencias que existen con la patente n°US20140370781A1, de los hermanos Anderson, es la utilización de polímeros en las celdas, conectadas entre sí por un árbol de levas.



a b d Figura 5.10: a) Producto Flow Hive [60]. b) Árbol de levas propuesto por los hermanos Anderson [61]. c) Vistas antes y después de accionar el mecanismo d) Idea de Juan Bizcarro [62].

A pesar de la gran aceptación por el público interesado en incursionar en la apicultura a pequeña escala, aquellos con experiencia no están de acuerdo con la sustitución de cera por plástico en el ciclo de formación de miel y la cría, comentando que si la reina llega a poner huevos en las celdas móviles, las larvas de cría serán aplastadas al mover la palanca, combinándose con la miel.

Succionadoras de abejas

Aspiradora de abejas

Para la remoción de abejas, Brushy Mountain Bee Farm tiene a la venta una aspiradora de abejas (Figura 5.11a). Con un precio de \$135 dólares la succionadora tiene buena puntuación, pero también comentarios negativos sobre calidad de materiales, ruido, poca protección del motor y subsecuentes igniciones del mismo por falta de ventilación. La mayoría de los eliminadores no son suficientes para alimentar al motor, de hecho, los existentes disponibles cuestan más que el mismo dispositivo.

Vac-a-bee

Esta succionadora (Figura 5.11b), tiene un almacenador con una geometría de prisma cuadrangular. Al analizar el equipo, se llegó a la conclusión de que su manipulación y los resultados obtenidos no son los que se esperan. Las reseñas de usuarios hacen especial énfasis en la inapropiada fuerza de succión que tiene el dispositivo.

Bee Vac

Esta succionadora (Figura 5.11c) está disponible a precios de \$110, \$130 y \$285 dólares. Al observar las reseñas, se comenta que su uso es fácil, tiene un buen funcionamiento y óptimos resultados en el almacenamiento de las abejas, resultando pocas pérdidas de abejas por rescate; añadiendo que es fácil. Se sugiere a la empresa una reducción de peso y dimensiones por lo difícil que es operarlo en las alturas. Bee Vac no se vende en México.



a b c Figura 5.11: a) Succionador de Brushy Mountain Bee Farm [631]. b) Vac-a-bee [64] c) Bee Vac [65].

5.4 Nueva información de usuarios

Para poder recopilar mayor información acerca del contexto de la apicultura en México, se realizó una encuesta (con la herramienta *Google Forms*) cuyo propósito fue indagar acerca de los diferentes tipos de apicultores y las diferencias de éstos en el modo de trabajar. Los resultados obtenidos permitieron detectar la formación de ciertas categorías de apicultores, según sus actividades, prácticas y experiencias.

Como mención previa a mostrar la información recabada, para las preguntas cuyos resultados se presentan en gráficos de pastel, se pidió a los participantes seleccionar sólo una de las opciones disponibles; para los gráficos restantes los apicultores pudieron elegir cuantas respuestas fueran necesarias para reflejar su situación real.

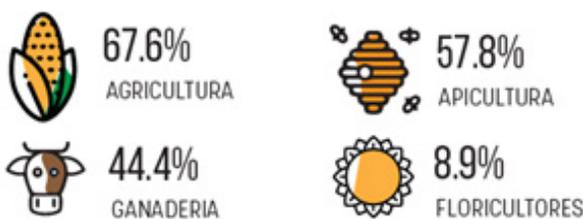
Número de encuestados: 49



IMPORTANCIA DE LA APICULTURA DENTRO DE LA VIDA COTIDIANA



RELACIÓN CON OTRAS ACTIVIDADES PRIMARIAS



¿A qué tipo de apicultura se dedica?

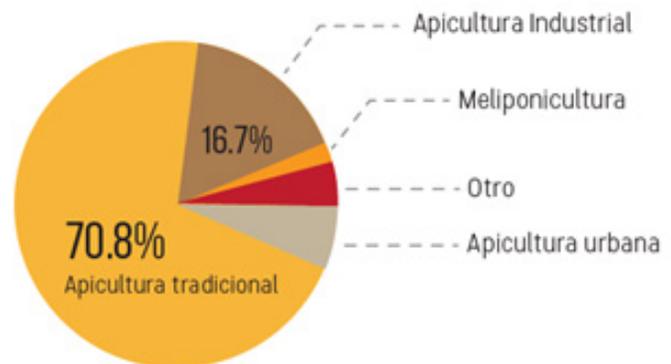
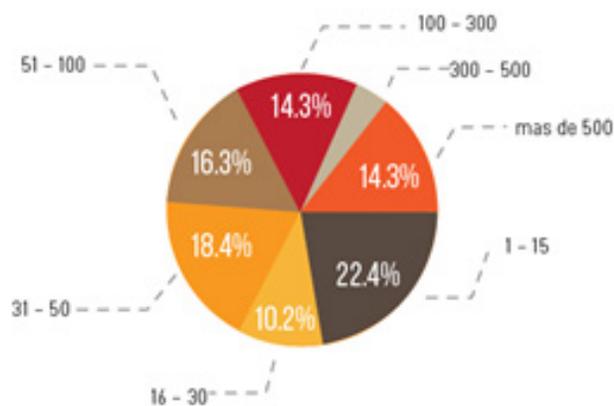
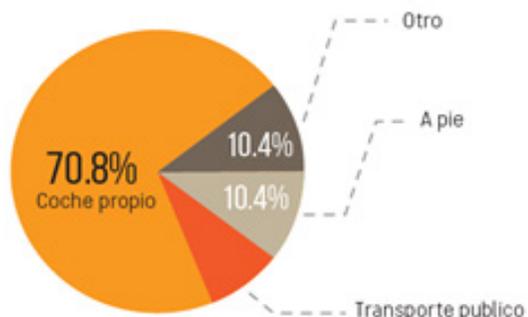


Figura 5-12: Encuesta a apicultores y resultados. 1 de 5.

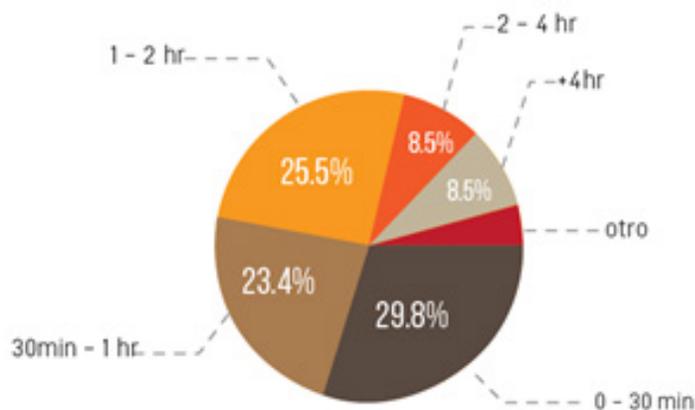
¿Con cuántas colmenas cuenta?



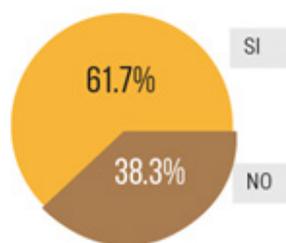
¿En qué medio llega a sus colmenas?



¿Cuánto tiempo hace adonde se ubican?



¿Está inscrito en algún programa gubernamental?



¿Está dentro de una asociación de apicultores?



Figura 5.12: Encuesta a apicultores y resultados. 2 de 5.

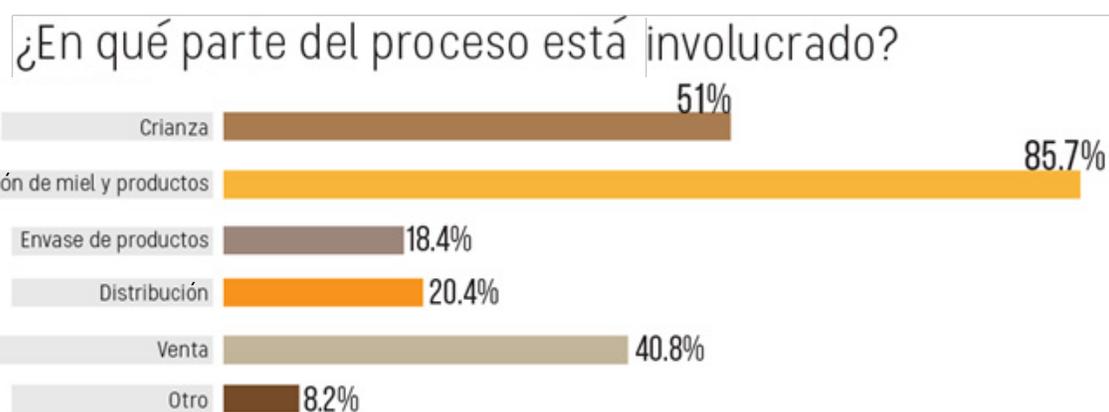
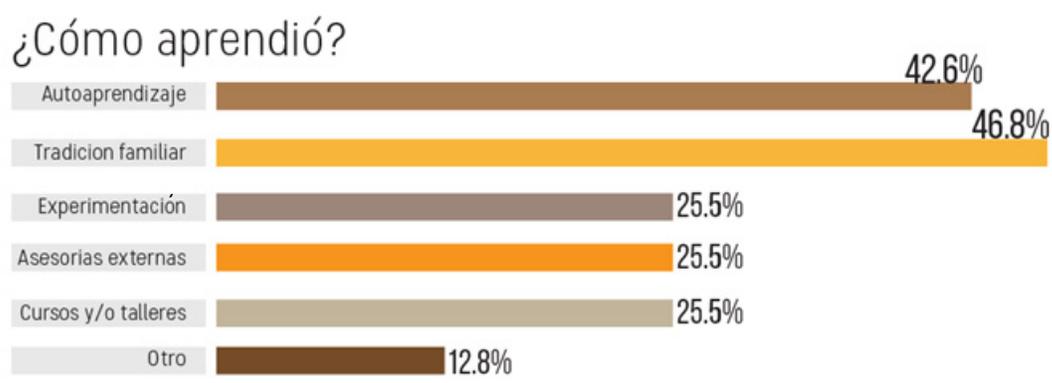
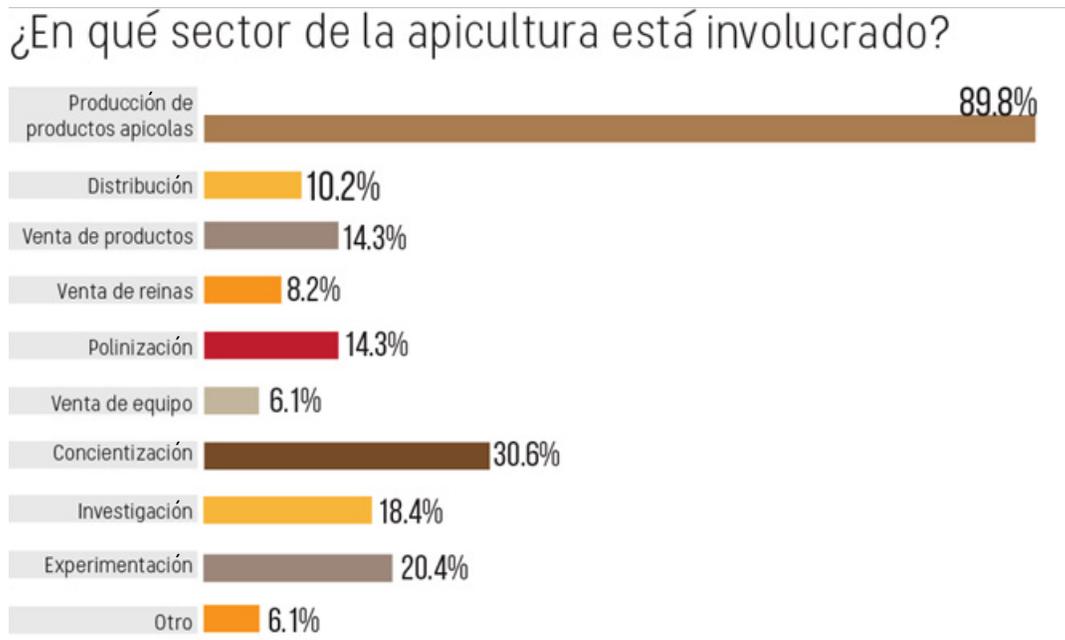
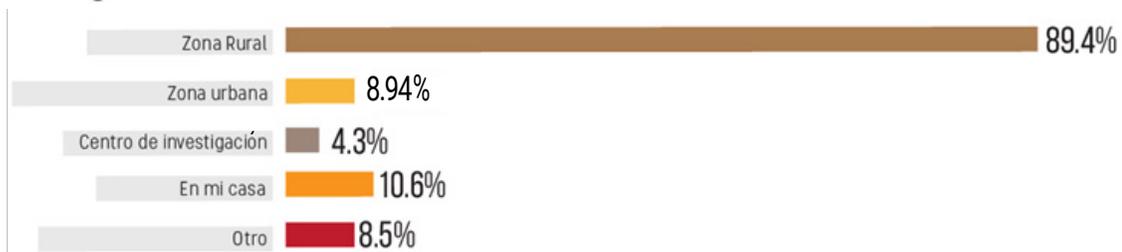
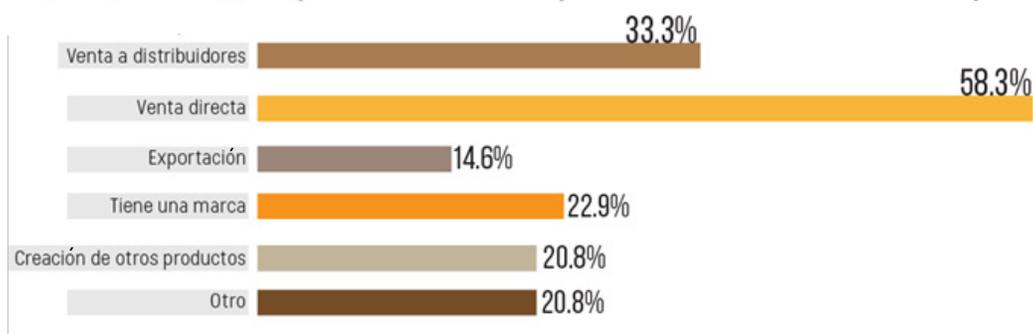


Figura 5.12: Encuesta a apicultores y resultados. 3 de 5.

¿Dónde tiene sus colmenas?



¿Qué hace con los productos que obtiene de la apicultura?



¿Con qué equipo y herramientas cuenta?

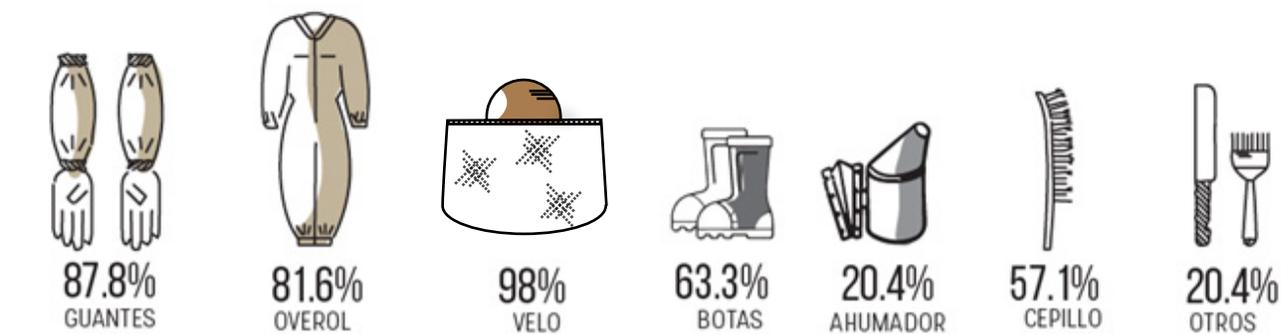


Figura 5.12: Encuesta a apicultores y resultados. 4 de 5.

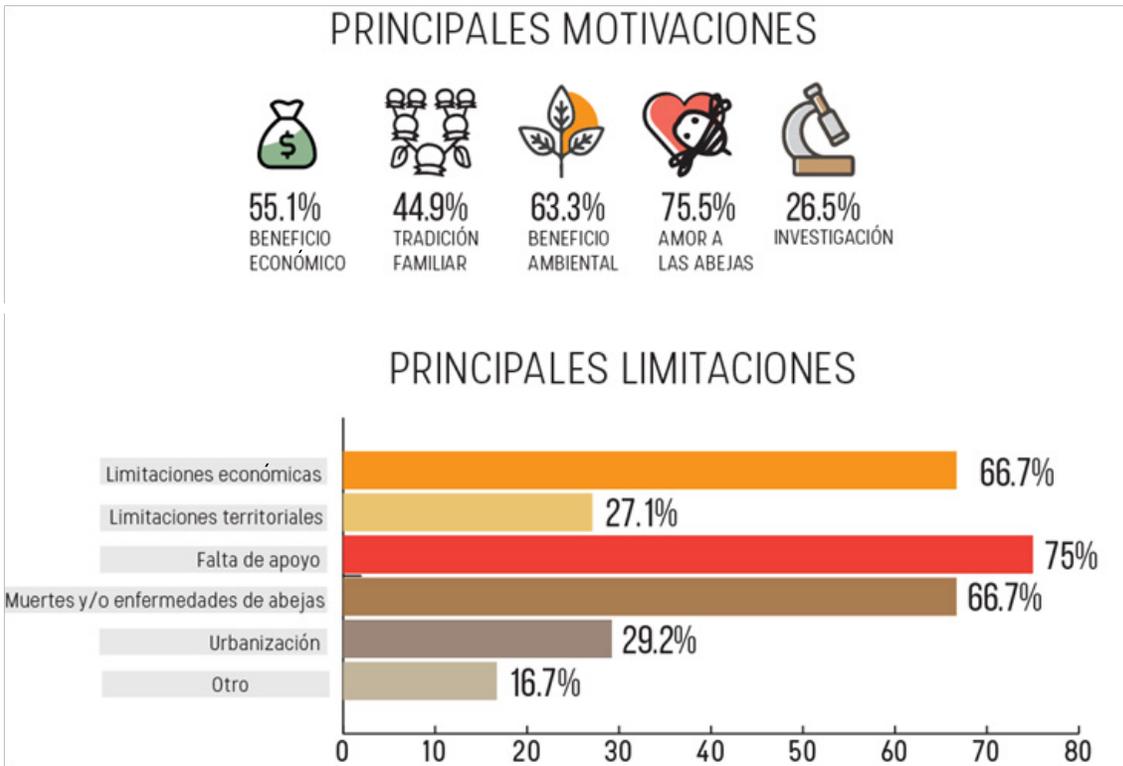


Figura 5.12: Encuesta a apicultores y resultados. 5 de 5.

Observaciones:

- La apicultura es una práctica que no es ejercida únicamente por disciplinas afines al campo (agronomía) o la biología animal (veterinaria/zootecnia). Esto, claro está, no demuestra que los resultados productivos sean igual de buenos que aquellos apicultores especializados en el tema.
- Aunque para la tercera parte de los encuestados la apicultura es su principal fuente de ingresos, para el 49% esta actividad representa un pasatiempo o un capital extra.
- Es evidente el conocimiento de los participantes sobre el impacto que la apicultura tiene en la producción vegetal y ganadera; el 67.6% están relacionados con la agricultura y el 44.4% a la ganadería.
- El 67.3% del total, cuyo apiario está compuesto por menos de 100 colmenas, se ve reflejado en el tipo de apicultura que practican (tradicional). La disminución que en su ganancia involucraría asociarse (59.2% no lo está) ha motivado a que más de la mitad de los encuestados venda sus productos directamente al consumidor final, evitando la cadena comercial mostrada en C1.
- Se comprobó, de las investigaciones previas, que las principales limitantes para los apicultores están relacionadas, en primer lugar, con la falta apoyos gubernamentales, seguido por la falta de capital y el descenso de las poblaciones apícolas por enfermedades.

Entrevista a SAGARPA Dr. Ricardo Vázquez

Para este segundo ciclo, una de las principales dudas a develar fue lo relacionado con los programas de apoyo que tiene SAGARPA, el enfoque que tiene en la apicultura y la manera en que está proponiendo soluciones para la problemática actual. Es por ello que se realizó una entrevista para obtener esta información y, adicionalmente, conocer sobre temas que el equipo ignoraba hasta el momento, siendo de lo más relevante lo siguiente:

- En el 2015 se registraron dos millones de colmenas y este número va en ascenso.
- Por cuestiones de organización, y para facilitar el otorgamiento de apoyos, una colmena equivale a una cabeza de ganado. Si se es apicultor y se quiere algún tipo de apoyo, se necesita un registro.
- Existen programas de apoyo a apicultores, para los cuales deben cumplirse ciertos requisitos, como el PROGAN, en el que son necesarias al menos diez colmenas para pertenecer al padrón. Además, anualmente deben comprobar su producción o utilización de insumos otorgados.
- El agricultor no sabe la importancia de la apicultura y, al contrario de lo que se pensaba, cobra al productor para que coloque sus colmenas cerca de los campos de cultivo.
- El alto crecimiento poblacional ha causado un desplazamiento y reducción de las zonas rurales. En Morelos, por ejemplo, los apiarios Carlota desaparecieron en los años setenta por esta causa.
- Existen programas de capacitación para convertirse en apicultor: "...asignarle una colmena a un inexperto es una bomba de tiempo, que estallará cuando la colmena sea muy grande...", mencionó el Dr. Ricardo. Además existen apoyos para repoblamiento; el abuso por parte de algunos ciudadanos ha vuelto más estrictos los trámites y aumentado los requisitos, lo que elimina las posibilidades para aquellos pequeños productores.

Entrevista a Apicultor Adrián Augusto Perez Oyarzun

De origen chileno y viviendo en México, Adrián cuenta con 40 años de experiencia en la apicultura. Ha investigado y planeado durante 10 años un sistema de rescate de colmenas en México. Dicho sistema estaría a cargo de una asociación cuyo nombre sería "El núcleo".

El núcleo contaría con trajes especiales para la recolección de **veneno** y camionetas con brazos telescópicos, que facilitarían el acceso a distintas alturas donde podrían encontrarse los enjambres. Existiría un primer apiario donde, después de ser rescatadas las colmenas, se cambiaría a la reina por una de raza europea para asegurar mansedumbre a futuro. Posteriormente, dichas colmenas se enviarían a comunidades rurales que serían capacitadas en apicultura. En la base central de El núcleo habrían 3 estudiantes y 3 campesinos; siendo éstos últimos capacitados por 3 meses para ayudar a sus comunidades con las nuevas colmenas que recibirían. Según Adrián, la problemática reside en la capacitación; aquellos interesados en tenerla no practicarían la apicultura de manera responsable y sana, sino como una manera de hacer dinero y nada más.

Entrevista a Médico Veterinario Zootecnista especializado en abejas Adriana Véliz

Adriana cuenta con la experiencia de haber trabajado en SAGARPA, actualmente es la coordinadora del área operativa de Efecto Colmena; con menos de dos años de creación (junio 2016), se trata de una A.C. cuyo ideal es sensibilizar y mejorar la relación entre las personas y las abejas. Su principal enfoque es el rescate de colmenas y, para ello, buscan trabajar en sinergia con el HCB y con Protección Civil, ya que ellos son, como se mostró anteriormente, las entidades que reciben más llamadas sobre enjambres.

Actualmente atienden un promedio de cuatro llamadas a la semana, con un tiempo de respuesta de entre uno y tres días; de acuerdo a su experiencia siete de cada diez colonias son rescatables. Cuentan con un protocolo para realizar los rescates que consiste principalmente en las siguientes actividades:

1. Recibir la llamada.
2. Tomar datos de la persona.
3. Solicitar fotos del enjambre.
4. Agendar cita (de uno a tres días).
5. Remover el enjambre (durante el proceso se utilizan químicos que dañan la salud del rescatista y de las abejas y en ocasiones tiene que romperse paredes para acceder al panal).
6. Traslado de colmenas a la oficina en cajones.
7. Monitoreo de salud por 15 días. Transcurrido el tiempo se trasladan a apiarios.

Observaciones:

- Efecto Colmena actualmente no tiene la capacidad para atender toda la demanda que la Ciudad de México tiene relacionada con remoción de enjambres de abejas.
- El proceso por el cual realizan el rescate no es flexible y adaptable, por lo cual muchos de los enjambres no pueden ser rescatados y son exterminados.
- Existe un crecimiento en el interés de las personas en rescatar colmenas y no exterminarlas.
- La iniciativa de rescatar colmenas ha surgido ya en varios usuarios.
- Por ser una A.C., Efecto Colmena no puede recibir pagos; sus ingresos son por donaciones, venta de miel, venta de colmenas, cursos de capacitación y asesoría técnica.

Entrevista a apicultor Eduardo Martínez Mendo

Este apicultor residente de Xochimilco, con 21 años y 13 colmenas, hizo comentarios que aportaron al equipo la perspectiva de un productor que vende a intermediarios. De lo más relevante que Eduardo comentó (lista completa en Apéndice F), se encuentra la actitud hermética que en

general tienen los apicultores, que a pesar de existir programas gubernamentales de apoyo, éstos son muy difíciles de conseguir. Considera que la mayor parte de las ganancias las tiene el intermediario y que una situación de la que tiene mucho cuidado es de los robos y saqueos de miel. Además, y a diferencia de Felipe, Eduardo medica sus colmenas con el ahumador, añadiendo ciertas sustancias naturales para hacer frente a la varroasis. No está a favor de las colmenas hechas con materiales alternativos a la madera y cree que la apicultura no es mala y que las abejas no hacen daño.

Visita al HCB

Por las noticias encontradas sobre el papel que tienen los bomberos en la remoción de enjambres en la Ciudad de México, se acudió a la estación central del HCB para confirmar esta información y saber si han intentado otras alternativas al exterminio. Además, el equipo preguntó sobre la percepción que tienen sobre las abejas, ya que existía la posibilidad de que estén realizando una actividad con la que ellos no están de acuerdo.

Al platicar con la secretaria del Director General, se nos informó que la Secretaría del Medio Ambiente daba capacitaciones (hace 20 años) sobre la remoción de enjambres; actualmente se instruyen entre compañeros, siendo nuevo el 80% del personal. En el proceso de eliminación se mata a las abejas por asfixia, arrojando una solución espumosa de jabón con agua al lugar donde estén reunidas, o arrojando directamente un chorro de agua a presión.

Entrevista a bombero Enrique Ibarra

De esta entrevista (más detalles en Apéndice G) resultó que los bomberos, adicional al equipo de protección, cuentan con velo de apicultor para la eliminación de colmenas, que generalmente se encuentran en árboles; no siendo la excepción inmuebles habitados. Para Enrique (con 3 años de experiencia), el caso más extremo fue la eliminación de una colonia ubicada en el cuarto piso de un hospital infantil. Desde su punto de vista, son bastantes las llamadas que reciben por enjambres (15-20 diariamente); llegan a tardar más encontrando la colmena que removiéndola.

Observaciones:

- La capacitación que reciben los bomberos es para eliminación, no para rescate.
- El peligro en que se encuentra la especie se vuelve irrelevante si éste se ubica en un inmueble o cerca de una zona habitada por civiles.
- El exterminio es más rápido que realizar un rescate. Esta situación, en paralelo con el poco tiempo que los bomberos pueden destinar a un llamado de emergencia, motiva la eliminación.

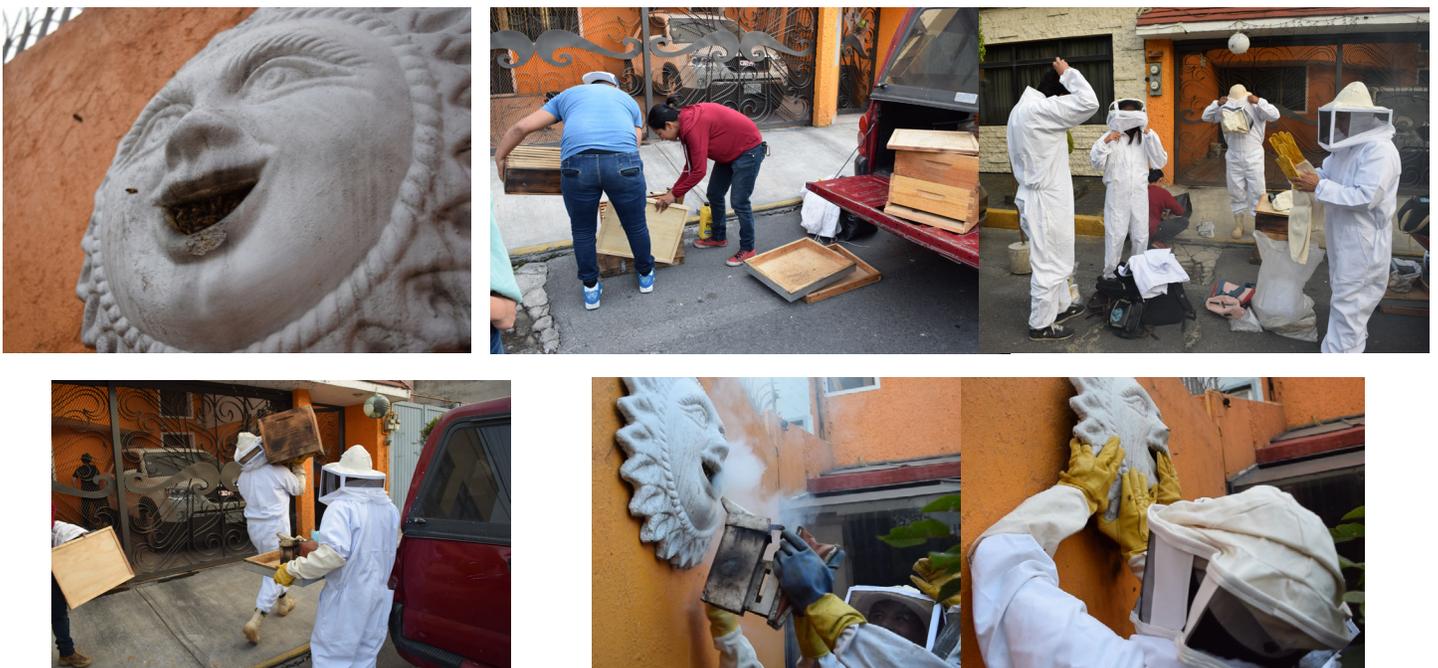
Rescate de colmena

Para tener una mejor idea de lo que un rescate de colmena involucra, las necesidades que surgen y la manera en que se solucionan, se acompañó a Adriana Véliz, de Efecto Colmena, a un llamado.

El primer paso del proceso fue un acercamiento, por parte de Adriana, al lugar donde se encontraba el panal; preguntando a la ciudadana (propietaria de la casa donde estaba la colmena) que llamó sobre la antigüedad de la colmena y sobre daños a civiles, se estimó el tamaño de la misma, su agresividad y el equipo necesario para almacenarla (número de cajas y bastidores). Lo siguiente fue descargar el equipo de la camioneta, encender el ahumador y protegerse con los trajes.

Una vez frente a la colmena, ubicada entre la pared y un sol de barro, se vertió **fosfonitrato** (FFN) en el ahumador y se aplicó el humo generado, paralizando a las abejas. Momentos después, se removió el sol, colocando una tapa de colmena en el suelo para que cayeran las abejas paralizadas. Durante la inmovilización de abejas se colocaron en bastidores (sin cera estampada) los panales de cría y miel, extraídos de la pared y la cara interna del sol, y se sujetaron con ligas. Una vez que los bastidores fueron colocados dentro de la colmena, se vaciaron las abejas que estaban en la tapa y se selló la colmena (por sus vértices y aristas con cinta adhesiva, poniendo especial atención en la **piquera**) para evitar que escaparan durante su reubicación.

Finalmente, se arrojó una solución jabonosa donde quedaron residuos de cera (esto evita reincidencia) y se sacrificó a las abejas que no se capturaron. Se cargó la colmena rescatada y sellada (peso aprox. de 25 kg) de vuelta a la camioneta y se entregó a la ciudadana un poco de miel operculada.



a	b
c	d

Figura 5.13: a) Localización de colmena. b) Preparación de equipo de rescate y protección. c) Ingreso a lugar donde se ubica la colmena. d) Aplicación de humo con fosfonitrato y retiro de sol.



a Figura 5.14: a) Remoción (con cuña y manos) de panales con cría y miel de la pared. b) Acomodo (cortando de ser necesario) de panales en bastidores e inmovilización de estos mediante ligas. Esta operación debe realizarse con delicadeza para no dañar la cría.



a **b** **c** Figura 5.15: a) Recolección de abejas paralizadas en tapa de colmena y colocación en ésta posterior al acomodo de panales con cría. b) Preparación y arrojamiento de solución jabonosa. c) Limpieza del lugar y traslado de colmena rescatada a camioneta.

Observaciones (lista completa en Apéndice H):

- La cantidad de herramental necesario supera la capacidad de transporte para un rescatista.
- El uso de químicos paralizadores de abejas afecta la visión y respiración de quien los aplica.
- El efecto paralizante del FFN tiene una duración aproximada de 20 minutos.
- El proceso de sujeción de las lonjas a los bastidores es muy problemático para una sola persona.
- No hay rescate sin abejas muertas (por sobredosis de FFN, asfixia durante recolección y por falta de ventilación en el transporte).
- La poca maniobrabilidad de los guantes provoca que el / la rescatista se los quite, aunque las abejas le piquen.
- El sellado del cajón dificulta una correcta ventilación interna, lo cual provoca que muchas abejas, aunque ya no estén paralizadas, también mueran asfixiadas.
- La camioneta no siempre puede acceder al área de rescate.

5.5 Necesidades identificadas

Así pues, de las observaciones realizadas hasta el momento (sobre todo del rescate presentado anteriormente) se enlistaron algunas de las necesidades que, a simple vista, el equipo pudo experimentar al vivir las actividades de un rescatista, y que más tarde formarían la base de los requerimientos:

- El número de herramientas necesarias debe reducirse.
- Existe una incongruencia en el rescate del enjambre; esta acción no debería implicar el sacrificio de una porción importante de la colonia.
- Mejorar la recolección de abejas (en movimiento y paralizadas), evitando matarlas por una incorrecta manipulación.
- El almacenador de la colonia rescatada debe estar suficientemente ventilado para la supervivencia de las abejas, no sólo de las que estén paralizadas.
- El efecto paralizante del FFN, junto con el daño que produce a quien lo aplica, tiene otro gran inconveniente: no permite a las abejas distribuirse dentro del recipiente que las almacena; esto mata, por asfixia, a las que se encuentren en el fondo mientras otras caen encima.
- Reducir los tiempos para almacenar los panales. Esta actividad requiere más de los 20 minutos que las abejas permanecen paralizadas y debe realizarse vistiendo el equipo de protección.

5.6 Actualización de escenarios y personajes

Gracias a la información recopilada de las entrevistas e investigaciones anteriores se elaboraron distintos personajes que representaran características y necesidades específicas de apicultores desde distintos enfoques. Como el equipo encontró un área de oportunidad con gran potencial en la situación que vive México actualmente (mientras en algunos estados existen iniciativas para reubicar colmenas, en otros es un deber eliminarlas) se cambió el enfoque de C1 por el rescate de colmenas que habitan en las ciudades. Se decidió tomar como personajes centrales al bombero y a la rescatista Adriana Veliz (no habiendo otros rescatistas para interactuar). Debido a que los rescates con los que se harían pruebas serían los realizados en la Ciudad de México, el escenario planteado fue esta ciudad, dónde en el 2015 se exterminaron 7680 colmenas. Una urbe que crece una hectárea al día, provocando el desplazamiento de zonas rurales, hábitat de seres vivos dentro de los cuales se encuentran las abejas. La capital de nuestro país donde la concientización acerca del valor de esta especie no es lo suficientemente fuerte, pero está incrementando. La fichas de los personajes principales se muestran a continuación:

PERSONAJE 1



Profesión **BOMBERO**

Edad: 30 años

Perfil

- Trabaja en estación de bomberos de la Ciudad de México.
- Bombero desde los 25 años.
- Tiene esposa y dos hijos.
- Su nivel de estudios es medio-superior.
- Adicional al traje de bomberos, cuenta con traje de apicultor.

Actividades que realiza

- Trabaja en turnos de 24 horas, tiempo durante el cual habita en la estación.
- Descansa 48 horas.
- Recibe capacitación en la Academia de bomberos.
- Atiende aproximadamente cinco llamados diarios, uno de ellos es por abejas.
- No tiene conocimientos sobre abejas, sólo los necesarios para exterminarlas.

PERSONAJE 2



Profesión **MÉDICO VETERINARIO ZOOCENISTA**

Edad: 30 años

Perfil

- Trabajó para SAGARPA.
- Especialista en abejas.
- Tiene un perro.
- Soltera.
- Ingresos por donaciones al rescatar colmenas.
- Vive en la Ciudad de México.
- Utiliza una camioneta (que no circula todos los días) para los rescates.
- Generalmente es contactada por ciudadanos de clase media-alta para rescatar colmenas.

Actividades que realiza

- Dar conferencias.
- Venta de productos melarios.
- Capacitación para apicultura.
- Rescata colmenas de lunes a viernes y fines de semana supervisa su apiario en Valle de Bravo.

Figura 5.16: Primer realización de personajes.

Con el objetivo de entender mejor la problemática de cada uno de los personajes, se realizaron los mapas de ruta de usuario (*journey map* en inglés) para ambos casos. Con esta herramienta, se ubicaron los puntos críticos según las interacciones de los involucrados, reflejando con ésto las mayores problemáticas y necesidades. La propuesta de experiencia buscó proponer una solución o la eliminación de tales factores:

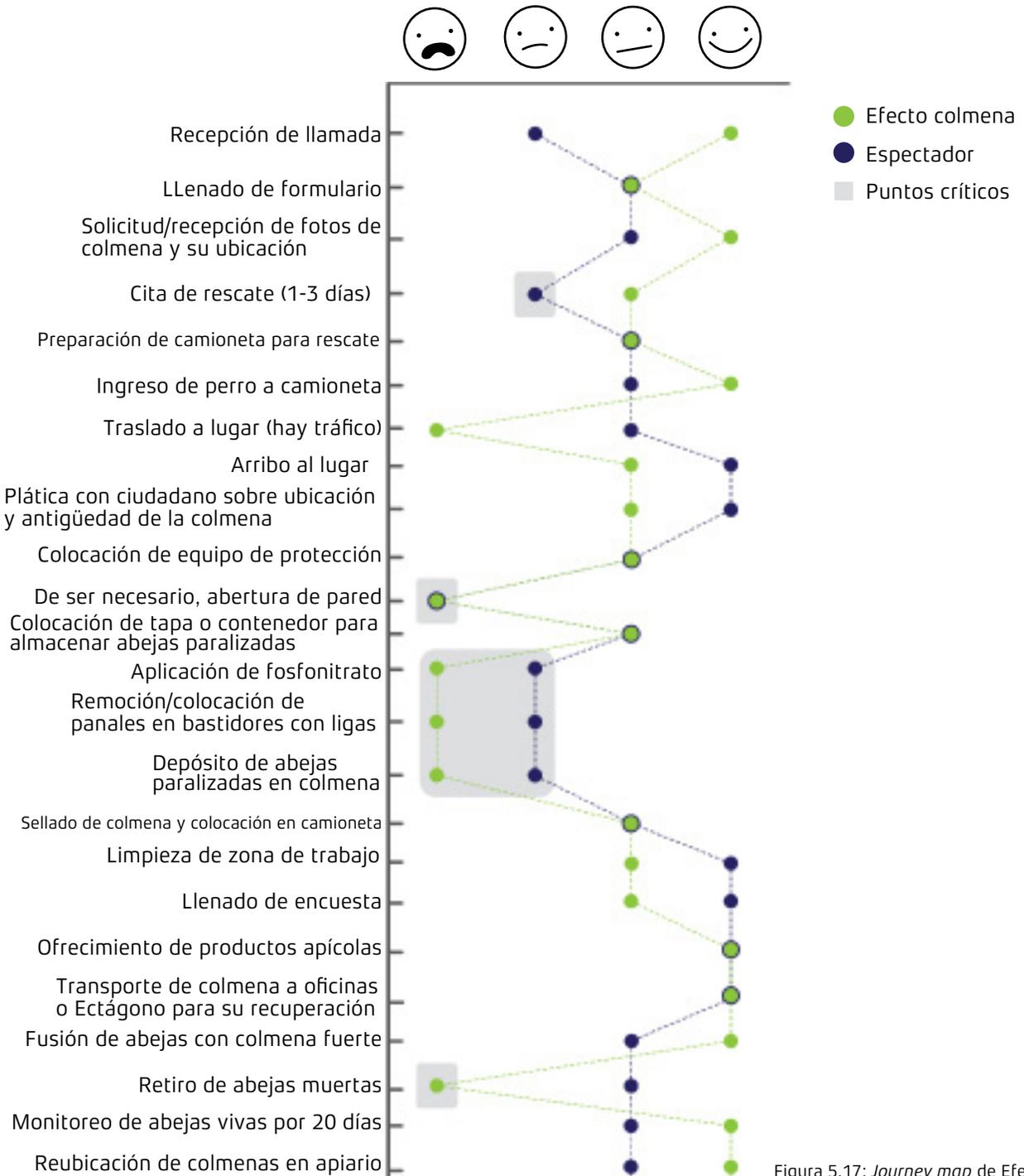


Figura 5.17: *Journey map* de Efecto colmena.

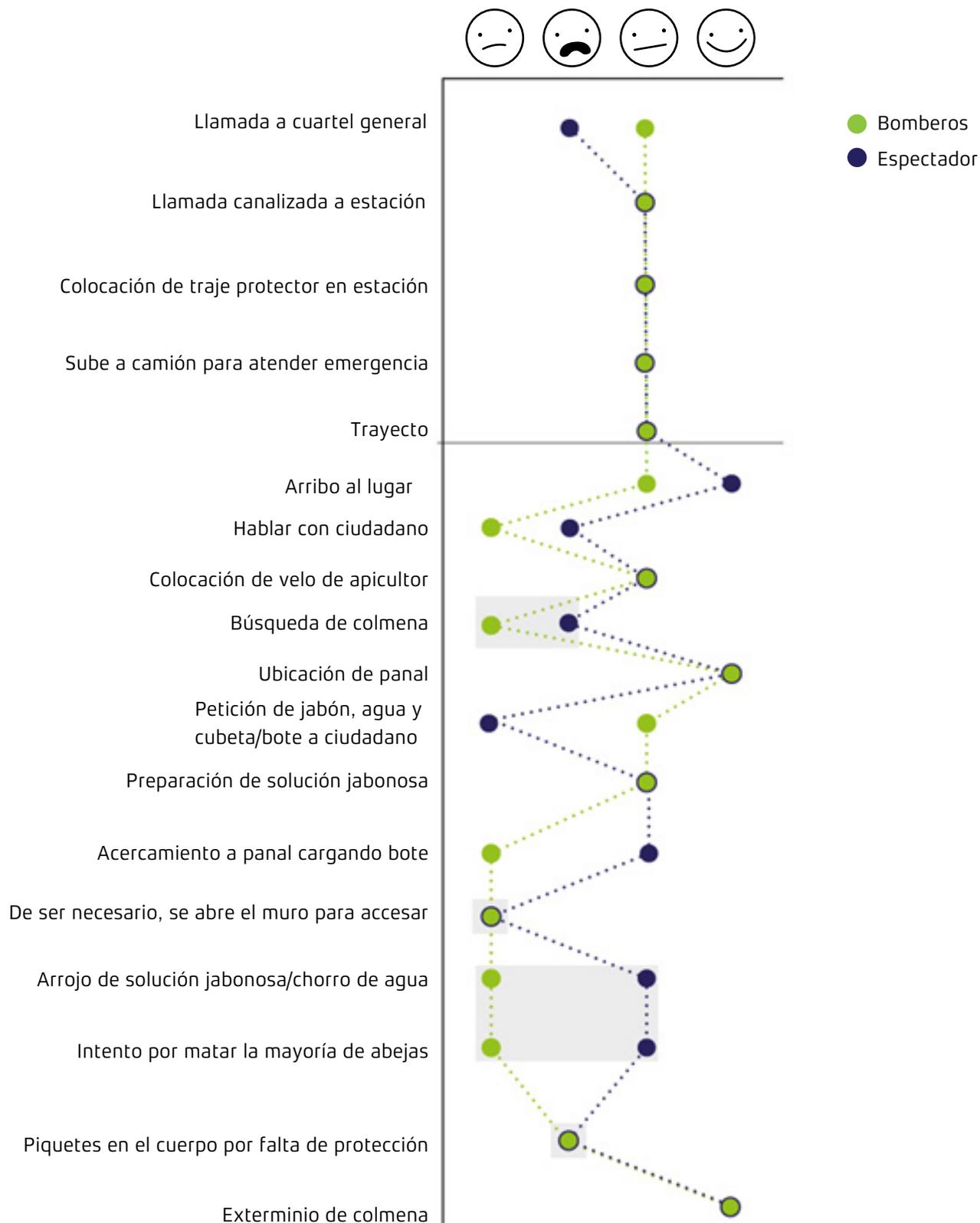


Figura 5.18: Journey map del bombero.

5.7 Propuesta de valor

Después de las distintas investigaciones de contexto, encuestas y entrevistas a los diferentes usuarios de interés y los hallazgos de las visitas a los diferentes escenarios de interacción, se planteó la primer propuesta de valor para una nueva experiencia en cuanto al rescate de colmenas. Considerando que las colonias de abejas necesitan ciertas condiciones de ventilación y temperatura para sobrevivir, que el rescate no termina en removerlas del lugar reportado por la ciudadanía sino que es necesario trasladarlas (primero para su monitoreo y después para su instalación en el apiario destino), y que la mayoría del equipo no está diseñado para realizar rescates se llegó a lo siguiente:

Generar herramientas que permitan **mejorar** el proceso en que las **colmenas** son **recolectadas, almacenadas y transportadas**, no sólo para para el rescate, sino para, por ejemplo, la práctica de apicultura migratoria de una manera más sencilla.

Se planteó de esta manera para disminuir los tiempos de rescate, la pérdida de abejas, la cantidad de actividades realizadas y para hacer replicable este procedimiento para otros apicultores que realizan trasiego de colmenas, ampliando la manera en que éstas pueden ser conseguidas para engrandecer apiarios y acelerar la frecuencia con que son capturadas, al utilizar un equipo versátil a diferentes situaciones y usuarios.

5.8 Alternativas de nueva experiencia

Para visualizar de una manera amplia las diferentes soluciones que podrían resolver las diferentes problemáticas identificadas hasta el momento, se generó, por una lluvia de ideas (Apéndice K), una lista de dispositivos, sustancias o procedimientos que podrían ser utilizados para diferentes actividades/categorías, a saber:

- Encontrar colmena
- Accesar a colmena
- Tranquilizar abejas
- Remoción de abejas/panales
- Almacenamiento de colmena
- Transporte de colmena

Para las ideas se contemplaron los comportamientos de las abejas tales como su comunicación por feromonas o sonidos, métodos de orientación (para encontrar tanto a su colmena como a las flores que polinizan), cuestiones de supervivencia (necesidad de permanecer juntas para evitar un enfriamiento excesivo en los panales de cría) o la presencia de factores físicos que permitieran reunir las , capturarlas y almacenarlas de manera rápida y segura tanto para el rescatista como para los integrantes de la colmena.

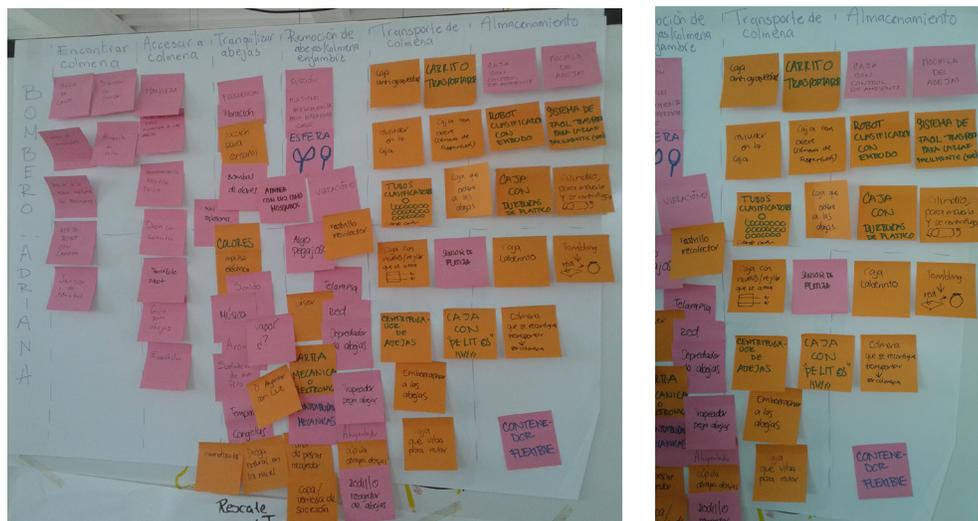


Figura 5.19: Lluvia de ideas para propuestas de solución en diferentes categorías.

5.9 Simuladores y pruebas realizados

A partir del análisis de los *journey map*, se eligió basarse primero en las actividades del rescatista, donde se descubrió que uno de los puntos que complican la experiencia del rescate es el transporte de la colmena moderna (donde se almacenan las abejas y panales temporalmente). Esta interacción ocurre en los siguientes momentos:

- Descarga (previo al rescate) y carga (posterior al rescate) de herramientas necesarias para el rescate, cuando el equipo está vacío (peso mínimo de 15 kg) y lleno (peso aproximado de 20 kg), respectivamente.
- Descarga en primer lugar para puesta en monitoreo de la colmena y carga para el siguiente traslado al apiario destino.
- Descarga para instalación final.

Por lo anterior, el equipo decidió realizar pruebas para evaluar distintas formas de cómo puede ser transportado el cajón de colmena y si estas maneras, junto con el peso del equipo, afectaban la duración y la experiencia del rescate. Se utilizó, para simular el peso, un bote de 25 litros y un par de cajas de cartón (una con el lastre y la otra completamente vacía) con dimensiones similares a la cámara de cría y de miel de una colmena Langstroth (Anexo IV).

Las pruebas se elaboraron con las siguientes configuraciones:

- Prueba uno: Cajas de cartón + Lastre
- Prueba dos: Cajas de cartón
- Prueba tres: Bote de pintura
- Prueba cuatro: Cajas de cartón + Lastre+Carrito de supermercado

Estas pruebas se realizaron en la explanada del CIA con personas de entre 18 y 25 años de edad, realizándose 10 rondas (cada una formada por las cuatro pruebas) con 10 usuarios diferentes. Del punto de partida, se colocó a 15 metros de distancia del usuario un objeto con peso similar al que tendría un panal pequeño con abejas (5 kg), que fue recolectado por el sujeto de prueba mientras transportaba los simuladores; se les dio libertad de cargar el equipo de la manera que creyeran más conveniente y de colocar la colmena rescatada en una barda o en el suelo. De manera previa, se pidió a los participantes que se colocaran un traje de apicultor y guantes.

Al finalizar cada una de las 4 pruebas se entrevistaba de forma breve al usuario, preguntándole sobre su experiencia durante la actividad en sus diferentes configuraciones.

5.10 Resultados de las pruebas

Del análisis de las diferentes interacciones de los participantes durante las pruebas se recabaron las siguientes observaciones:

Equipamiento (Figura 5.20)

- Algunos participantes necesitaron quitarse el calzado para ponerse el traje.
- El elemento más difícil de colocar fue el velo, que disminuyó el campo visión en el resto de la prueba.

Traslado pre-rescate (Figura 5.21)

- Para la prueba uno, las dimensiones inapropiadas (más grandes que el torso humano) de las cajas y sus pesos afectaron la postura del usuario.
- El bote de la prueba tres fue criticado positivamente, por no poseer el peso (pero sí un volumen aproximado) de una colmena moderna.
- Aún con la capacidad de trasladar las cajas usando un carrito, el usuario se vio obligado a cargar el mismo para usarlo, por la poca rotación que éste llega a tener en espacios reducidos o con paredes.
- El peso de los simuladores afectó la postura de los usuarios.

Recolección (Figura 5.22)

- Los usuarios extremos sin conocimientos sobre apicultura no consideraron la fragilidad de los panales de cría y miel; sujetaron el simulador sin cuidado alguno.
- El único participante con familiares apicultores utilizó sus dos manos, con movimientos pausados, para no dañar las celdas.

Preparación de equipo post-rescate (Figura 5.23)

- Los usuarios extremos inexpertos dejaron abierta la caja donde depositaron la colmena, ignorando que de ésta podrían escapar las abejas.
- El usuario extremo experto usó su cara (protegida con el velo) para cerrar la tapa en la prueba uno, no siendo así en la número cuatro, donde el carrito influyó

Traslado post-rescate (Figura 5.24)

- De nuevo las dimensiones de las cajas volvieron compleja la actividad, limitando el campo de visión frontal del rescatista, afectando también su postura incluso en la prueba cuatro.
- El peso inclinó a algunos usuarios a sujetar las cajas por su base inferior y no por las agarraderas laterales que al principio sí utilizaron.

Descarga de equipo (Figura 5.25)

- Para las pruebas uno y cuatro, los usuarios se esforzaron considerablemente al subir o bajar las cajas, respectivamente, a la barda o al suelo.
- Uno de los usuarios no distribuyó bien el peso para la prueba cuatro, resultando en la caída de la colmena rescatada.



a b c Figura 5.20: De izquierda a derecha: Usuarios colocándose la parte inferior, superior y guantes, del traje de apicultor.



a b c Figura 5.21: a) Postura deformada por peso de simuladores. b) Usuario en prueba tres. c) De izquierda a derecha: Levantamiento de carrito para traslado.



a b c Figura 5.22: a) Usuario extremo inexperto en prueba uno que separó el par de cajas, colocando en aquella con lastres la colmena, sin considerar su fragilidad. b) Usuario extremo inexperto en prueba uno que mantuvo las cajas apiladas. c) Usuario extremo experto en pruebas uno y tres, manipulando con cuidado el simulador de colmena.



a b c d Figura 5.23: a) Tapa abierta de caja en prueba uno con usuario inexperto. b) Usuario con experiencia cerrando la tapa donde está la colmena rescatada. c) Dificultades para colocar la caja con el rescate en el carrito, el participante manipuló las cajas de manera separada. d) Maniobra para separar el carrito de la pared a la derecha.



a b Figura 5.24: a) Campo de visión central obstruido por simuladores. b) Postura deformada por peso y dimensiones de carrito en prueba cuatro.



a b c Figura 5.25: a) Dificultades para colocar simuladores en el suelo. b) Postura deformada en esfuerzo para elevar simuladores y colocarlos en la barda a la izquierda. c) Complicaciones para descargar debidas al peso y mala distribución del mismo en el carrito.

Observaciones:

- De manera general, no hubo una diferencia considerable de tiempo en el transporte de la colmena rescatada en las diferentes pruebas (los tiempos de las pruebas uno y dos fueron de 22 y 19 segundos, respectivamente).
- Para la prueba cuatro, los usuarios tardaron más tiempo en colocar las cajas en el carrito que en el transporte mismo, mostrando que una problemática está en la organización y distribución del equipo.
- Las dimensiones y peso de los simuladores repercutieron en las diferentes manipulaciones de los participantes.
- El simulador de la prueba tres tuvo preferencia sobre los demás, se requería de una sola mano para su transporte, dejando libre el torso del usuario.

5.11 Nueva experiencia propuesta

Con la propuesta de valor generada y las pruebas realizadas, se hizo una presentación de lo conseguido hasta el momento, donde se presentó la nueva experiencia, que incluye:

- Disminuir el tiempo que tarda un rescate (principalmente en la recolección de panales y abejas).
- Disminuir el número de abejas muertas por rescate.
- Disminuir esfuerzos excesivos, o que superen las capacidades del rescatista, por rescate.
- Generar un protocolo de acción para que los rescates sean replicables por otros usuarios, como bomberos.
- Generar un equipo para diferentes situaciones de rescate.

Las siguientes imágenes muestran el cambio entre la experiencia actual (Figura 5.26) y aquella que se propuso como nueva (Figura 5.27). Nótese que en la esquina superior derecha de cada actividad se refleja el estado anímico del rescatista mientras actúa de manera complicada o tardada (naranja-rojo) o de forma sencilla y rápida (verde).



Figura 5.26: De izquierda a derecha: Arribo del rescatista al domicilio, descarga de equipo, aplicación de FFN a la colmena, recolección de abejas (paralizadas y/o muertas) en tapa de colmena, carga de colmena rescatada y equipo utilizado en camioneta. Posteriormente ocurren los traslados para monitoreo e instalación en apiario final.



Figura 5.27: De izquierda a derecha: Arribo del rescatista al domicilio, descarga de equipo, realización de rescate en pocos pasos sin matar abejas, carga de equipo con colmena rescatada, traslado directo a apiario destino (estas imágenes fueron presentadas a manera de video).

5.12 Síntesis de conclusiones y hallazgos de ciclo

Hallazgos

Al término del primer ciclo se adquirieron los siguientes conocimientos:

- En un rescate, actualmente, no es posible rescatar o recolectar a todas las abejas, de hecho una parte importante de la colonia muere.
- El equipo de rescate utilizado actualmente no está diseñado para dicho fin (recolección, almacenamiento y transporte) rápido y sencillo de colonias de abejas, sino para crianza.

- Las herramientas usadas no se adaptan a las diversas situaciones que un rescate involucra.
- El tiempo de recolección de abejas y panales de miel y cría es mayor que el efecto del FFN.
- Las dimensiones, forma y peso del equipo de rescate impiden una fácil manipulación.
- No hay un cambio significativo de tiempo o esfuerzo al proporcionar un vehículo tipo "diablito" para el transporte de los dispositivos necesarios.
- Los usuarios se sienten mejor transportando el equipo mientras tienen libertad en su torso.
- No existe un canal de comunicación entre asociaciones que rescatan colonias (como Efecto colmena). De hecho, los rescatistas se encuentran en una carrera de tiempo contra los bomberos, teniendo que llegar primero para que éstos no exterminen el enjambre reportado.

Conclusiones

El rescate de colmenas es una actividad que está siendo realizada en muchos países y que recién ha llegado a México por pequeñas iniciativas. En el proceso intervienen muchas variables propias y externas de las colonias, siendo a veces muy difícil a su ubicación y más aún su rescate. Después de este ciclo se cree necesario:

- Acudir a más rescates de colmenas, para complementar la lista de necesidades identificadas en la sección 5.5, para dar más fundamentos a la mejora de experiencia.
- Facilitar el proceso de rescate, ya que actualmente es muy complicado de realizar por una sola persona, por la cantidad de actividades y herramientas que son necesarias.
- Considerar estratégicamente la cooperación con el Heroico Cuerpo de Bomberos, cuyo itinerario puede complicar la integración del rescate de colmenas a su organización.

5.13 Realimentación

Finalizada la presentación del segundo ciclo (donde se mostró el cambio de experiencia con un video) se evaluó al equipo y algunos de los comentarios que se recibieron fueron los siguientes:

- Tener mayor claridad y ser más concretos en la propuesta de la experiencia.
- Explorar más propuestas.
- Explicar mejor el diseño/funcionamiento del dispositivo.
- El video no fue lo suficientemente claro.
- Faltaron pruebas de experiencia.



6.0 CICLO 3:

Producto

6.1 Diagrama de Gantt de ciclo

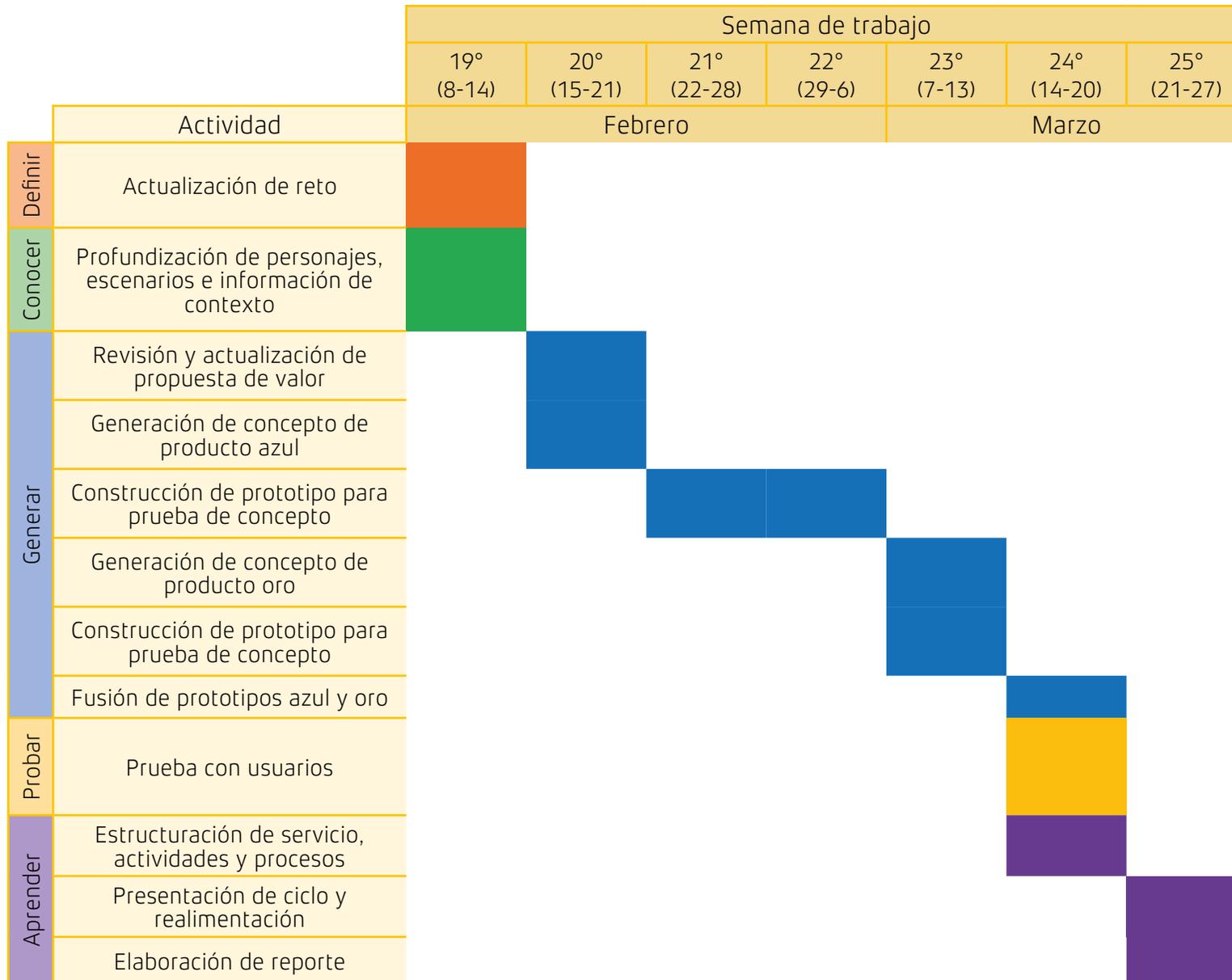


Tabla 6.1: Diagrama de Gantt para C3.

6.2 Actualización del reto

Presentada la nueva propuesta, se descubrió que no sería suficiente desarrollar equipo de rescate adecuado y operable por incluso inexpertos; tendría que haber una logística a seguir para que las colonias rescatadas fueran reubicadas correctamente, lo que llevó a formular el reto como sigue:

Desarrollar un **SISTEMA** de almacenamiento y monitoreo de las **COLMENAS RESCATABLES**, para su movilización y transporte en **ÓPTIMAS CONDICIONES**.

6.3 Nueva información de contexto

La investigación de contexto para esta iteración estuvo enfocada en cuatro temáticas: productos, tecnologías para monitoreo de colmenas, contexto económico y tendencias.

Sobre la búsqueda de productos, se orientó en los dispositivos o ideas para la recolección y/o el transporte de materia inerte o de pequeñas especies animales vivas, para identificar aquellos aspectos de usabilidad y funcionalidad que posee cada solución, según el tipo de usuario y escenario para el que fueron diseñados (Tabla 6.1). Esta información sirvió, posteriormente, para conocer qué productos existentes en el mercado pudieran satisfacer la lista de requerimientos (actualizada tras acudir a los rescates que se muestran en la siguiente sección) del personaje rescatista, o qué adaptaciones tendría que realizarse para validar la experiencia propuesta.

		Propósito			
		Recolección/ transporte de materia	Recolección/transporte de pequeñas especies	Recolección/transporte de himenópteros para apicultura	Ideas para recolección de insectos
Tipo de usuario	Extremo especializado				
	Promedio				
	Extremo no especializado				

Tabla 6.2: Temas de investigación sobre productos de recolección según tipos de usuarios identificados.

Debido a que durante el rescate de las colmenas urbanas se interactuaría con especies vivas delicadas, se amplió la investigación de monitoreo de colmenas iniciada en C2 para conocer y considerar aquellas variables que implican la supervivencia o no de la colonia una vez que sea recolectada y almacenada.

Finalmente, para considerar áreas de oportunidad para la formulación del modelo de negocios, se amplió la información sobre los programas de apoyo con que cuenta SAGARPA, mencionados en la entrevista de C2 hecha al Dr. Ricardo Vázquez. Adicionalmente, una búsqueda más profunda acerca de las tendencias que existen alrededor de la apicultura urbana permitió al equipo confirmar las premisas mencionadas al final de C2; el rescate de los enjambres instalados en las urbes ofrece una posibilidad para hacer frente a la situación de orden mundial sobre el descenso en la población de abejas melíferas.

Dispositivos para recolección/transporte

Para el primer rubro de la Tabla 6.2, se buscaron aquellos dispositivos de propósito médico porque su uso está destinado para emergencias; en éstas no se cuenta con mucho tiempo y espacio para que haya un número elevado de manipulaciones, determinante para salvar o no una vida. Se trata de recolectores que permiten extraer secreciones que obstruyen las vías aéreas de una persona (Figura 6.1). Dentro de sus principales características está que no son eléctricos, son de bajo peso (alrededor de 250 gramos) y los contenedores son intercambiables. Aunque su capacidad es reducida (no mayor a 300 ml. por recipiente), pueden alcanzar tasas de flujo volumétrico de hasta 70 l/min]. La mayoría se utilizan con una mano y otros se accionan con el pie mediante un pedal. Por su área de succión reducida, alrededor de 4 cm², no pueden succionar sólidos de volúmenes mayores a 8 cm³, pero su extremo flexible puede entrar en espacios reducidos.



Figura 6.1: De izquierda a derecha: Vista lateral de V-Vac [66], Res-Q-Vac [67], Res-Q-vac Suction Unit [68].

A pesar del fin multipropósito de los anteriores, su uso está dirigido para usuarios extremos con conocimientos médicos. Para considerar al usuario promedio se buscaron aspiradoras: máquinas motorizadas eléctricas utilizadas para recolectar fluidos y sólidos. Se observaron las características sobre la versatilidad en manipulación, junto con el alcance a las diferentes superficies y espacios donde se puede aspirar a través de sus diferentes configuraciones, tamaños, etc. Llamó la atención aquellas plegables que facilitan su transporte y uso con una sola mano pero que, como consecuencia de esto, comprometen su capacidad (Figura 6.2a). Se observó también las configuraciones para aumentar el alcance, aquellas donde sólo se adicionan elementos o donde ocurre una redistribución espacial de sus elementos por su usuario (Figura 6.2b-c).



Figura 6.2: a) Aspiradora Black + Decker BDH2000PL [69]. b) Aspiradora Black + Decker BDH2000FL desplegada [70] y plegada [71]. c) Vistas laterales con accesorios de corto y largo alcance de aspiradora Dyson V8 [72].

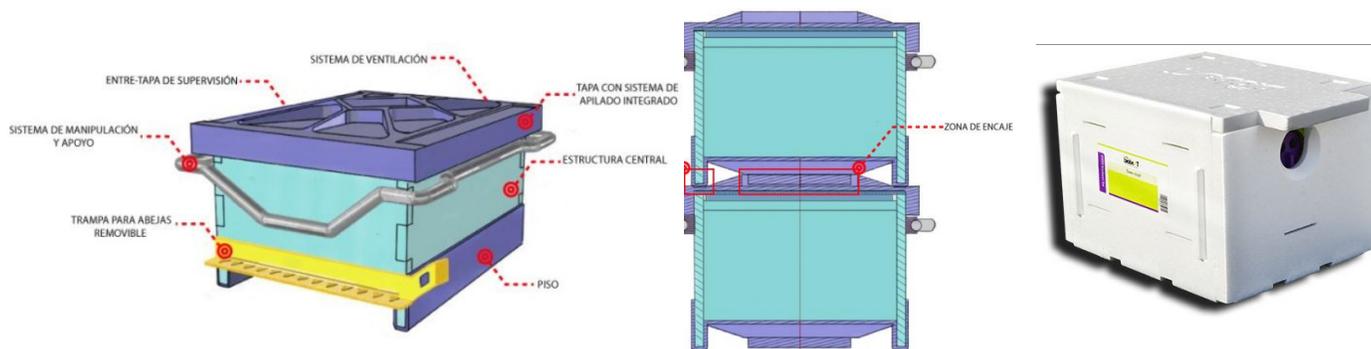
Ahora bien, para aquellos usuarios promedios o extremos no especializados en la manipulación de pequeñas especies, se buscaron aquellos productos comerciales que permiten, de manera sencilla, almacenarlos por un breve lapso de tiempo y transportarlos distancias cortas para su posterior liberación (Figura 6.3). De lo más relevante en esta categoría, se encontraron dispositivos que funcionan con y sin baterías, de baja succión y que pueden ser usados por un mayor rango de usuarios (menores de edad a adultos mayores). Además, la capacidad de ver aquello que se captura es un elemento común en estos productos.



Figura 6.3: De izquierda a derecha: Aspiradora manual con luz Pest Control (requiere baterías) [73], equipo para atrapar insectos (requiere baterías) [74], recolector de insectos My critter catcher [75].

Para la recolección y transporte por usuarios extremos especializados de himenópteros, se buscaron por separado soluciones para estas actividades, ya que en este caso los almacenadores no cumplen con la función de recolección y viceversa, necesiándose combinarlos para poder lograr el resultado que, en los casos anteriores, logra cada producto por sí mismo.

Para el transporte de estos insectos, principalmente abejas y abejorros, se encontró un rediseño para la colmena tipo Langstroth, mejorando el transporte a pocas distancias (dentro del apiario) y en trayectos más largos, siendo la apicultura migratoria un ejemplo. En esta propuesta se integraron, principalmente, agarraderas, una trampa removible en la piquera (evita el escape de abejas) y una tapa para ensamblar, apilando, varias colmenas (Figura 6.4a). Comercialmente, resultó haber protecciones de poliestireno, plegables y reutilizables, que protegen contra el frío y la lluvia las colmenas de abejorros que la empresa Biobest vende (Figura 6.4b).



a b Figura 6.4: a) Rediseño chileno de colmenas apilables [76]. b) Protector de colmenas Bee-coat [77].

Sobre la recolección de enjambres, resultó ser una actividad presente desde hace siglos, siendo un ejemplo que en 1629 el herbalista John Parkinson ya mencionaba, mientras escribía sobre las propiedades medicinales del bálsamo de limón (*Melissa Offinicalis*), que los apicultores lo frotaban en colmenas tipo cebo para que las abejas acudieran a ellas [78], lo que demuestra la antigüedad del trasiego de colmenas de forma natural. Otro caso similar fue registrado por el investigador Waller, que escribió sobre los efectos de atracción que produjeron sobre las abejas obreras los aromas de citral, geraniol y anís (combinados entre ellos e individualmente), al ser aplicados a una parcela de alfalfa [79]. Ya en investigaciones realizadas sobre el comportamiento influido por la feromona mandibular de la abeja reina, investigadores de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América, encontraron en ésta nueve compuestos multiglandulares; la mezcla de feromonas más compleja conocida para inducir un solo comportamiento en cualquier organismo [80].

El estudio de estos fenómenos ha llevado al desarrollo y venta de compuestos químicos para atraer enjambres (Figura 6.5a). Con diferentes maneras de aplicación, estos productos permiten abaratar el costo de adquirir una nueva colmena con respecto a la compra de un núcleo. Las presentaciones comerciales más comunes de los **atrayerentes** (mezcla de diferentes aceites esenciales) son de forma líquida, dentro de ampolletas, o impregnados en toallas (Figura 6.5b).



a **b** Figura 6.5 a) Ramal antes y después de haber colocado un atrayente en toalla de enjambre [81]. b) Atrayente para enjambres en ampolleta [82].

Para concluir con la investigación de productos, y para no dejar de lado aquellas ideas que no fueron implementadas físicamente, se realizó la búsqueda de patentes con las siguientes palabras clave (usándolas de forma independiente o junto con otras): captura, abejas, panal, insectos, voladores, recolección, depósito.

Al observar los gráficos de las patentes (Anexo V), se identificaron propuestas sobre uso de motores o de mecanismos accionados manualmente que permiten atrapar y expulsar los insectos atrapados. No se identificó alguna situación diferente para su manipulación con respecto a lo mostrado anteriormente. Además, en ninguna de las ideas consultadas se encontró, hasta donde lo gráficos permitieron abstraer, alguna idea sobre cómo reunir y almacenar un número elevado de insectos (mayor a 10 000 ejemplares), que fue uno de los propósitos por los que se consultó en este tipo de fuentes.

Monitoreo de colmenas

De las distintas empresas que ofrecen servicios de adquisición de datos de una colmena para su envío al apicultor, se encontró una que reúne aquellas características de las que, hasta el momento, se ha encontrado una interpretación sobre las condiciones ambientales y de salud de una colonia de abejas: Iris Technologies. Teniendo como principal fin la expansión de la apicultura inteligente mediante el *IoT*, ofrece los siguientes servicios:

- Localización GPS
- Monitoreo de temperatura
- Base de datos en la nube
- Monitoreo de salud y control veterinario
- Capacitación de apicultura
- Monitoreo de humedad
- Monitoreo de peso
- Monitoreo del movimiento de las abejas
- Certificación de calidad
- Patrocinio de colmenas

Contexto económico

Apoyo a proyectos tecnológicos

Sobre los demás proyectos que tiene SAGARPA para el apoyo de la apicultura y otras actividades productivas, resultó que el PROGAN es uno de varios componentes (Anexo VI) que forman parte de un programa más grande: el Programa de Fomento Ganadero: "... tiene como primera responsabilidad consolidar los logros alcanzados explotando el potencial y mejorando la productividad de las unidades de producción, a partir de la innovación tecnológica y el fortalecimiento de la inversión promoviendo la integración de cadenas de valor..." [83]. El componente que más interesó al equipo fue el que lleva por nombre "Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico Pecuarios":

"...el apoyo que brinda este incentivo permitirá adquirir proyectos que generen un cambio tecnológico sustantivo en la actividad ganadera, estos pueden incluir maquinaria, equipos e instalaciones innovadoras, así como acompañamiento técnico, mediante los cuales podrás obtener financiamiento para el desarrollo de planes que impacten a escala nacional o regional la actividad ganadera con acompañamiento técnico profesional..." [84].

Apicultura urbana

Sobre el futuro de la apicultura urbana, ésta no es sólo una actividad que se adoptará en muchos países, sino que lleva practicándose desde hace aproximadamente una década en América del Norte y Europa, registrando un acenso de apicultores practicantes en las ciudades sobre los que asociaciones y empresas han puesto su atención para posicionar los productos de estas colmenas en la oferta comercial.

Comenzando con Estados Unidos, desde 2008 ya se legalizaba la apicultura urbana en Seattle, en 2010 en Nueva York y en 2014 en Boston, por mencionar algunos casos. Distintas colmenas desde entonces han sido instaladas en museos, aeropuertos, hoteles e incluso escuelas [85].

Además, a través de un estudio de su empresa Best Bees, el doctor y apicultor urbano Noah Wilson-Rich (Figura 6.6) mostró que la salud de las abejas urbanas puede ser incluso mejor que aquellas de zonas rurales, comparando entre los dos escenarios los porcentajes de supervivencia al invierno y de la producción de miel, siendo de 62.5% (colmena urbana) contra 40% (colmena rural) para el primer caso y de 26.25% contra 16.75% para el segundo. Esto, menciona Noah, es debido a la calidez de las ciudades, la poca presencia de agroquímicos y enfermedades apícolas y a la variedad de polen transportado por los trenes [86].



Figura 6.6: Apicultor Noah Wilson-Rich esperando alzas de colmena urbana (izquierda) [87], extracción de bastidores con miel (centro) [88], muestra de bastidor de cámara de cría con luna de miel (derecha) [89].

En el caso de Europa, la situación parece más avanzada, la Asociación de Apicultores Británicos (BBKA) que registraba 8 500 miembros en 2008, actualmente ya cuenta con más de 24 000, el proyecto Urban Bees de Londres, con más de una década de antigüedad, permitió instalar y mantener colmenas en las ciudades [89]. Como ejemplos están el palacio de Buckingham, que tiene sus propias colmenas para endulzar el té de la reina, el edificio de Opera Garnier, en París, que alberga miles de abejas; incluso la marca J&B ha lanzado un whisky con miel de colmenas urbanas [90].

Desgraciadamente, y de la mano con lo mencionado en C2 sobre la situación de rescate de colmenas en otros países y su exterminio en México, ocurre una situación similar para los programas que protejan a las abejas. Como se ve, en otros países del continente americano y europeo, la práctica, popularidad e impacto que ha generado la legalización de esta actividad está aumentando. En México esto no ocurre así, en una publicación de SAGARPA en el 2006 sobre el Plan Rector Apícola Nacional [91] se menciona que a esa fecha sólo 16 estados de la República cuentan con leyes de fomento apícola. Esperando encontrar una actualización de tales promulgaciones, al menos a favor de la instalación de colmenas en zonas habitadas, esto no fue así; de hecho, la ley publicada en 2017 para el estado de Tlaxcala [92], restringe la presencia de colmenas a menos de 500 metros de zonas habitadas y de reunión pública. Esta situación es similar con el Estado de México [93] y Jalisco [94], cuyas leyes fueron promulgadas en 2014 y 2015, respectivamente. Actualmente la Ciudad de México no cuenta con una Ley de fomento apícola y, por lo anterior, no se visualiza que sea para promover la apicultura en las ciudades.

6.4 Actualización de escenarios y personajes

Para este ciclo, con la finalidad de ampliar lo sabido sobre los rescates, se acudió a tres llamados de la ciudadanía para intentar poner a salvo las colmenas avistadas; éstos aportaron información sobre la diversidad de situaciones a las que un rescatista de colmenas urbanas podría enfrentarse.

Para actualizar las fichas de personajes, y como uno de los objetivos de la metodología empleada (escuchar y observar no sólo lo que el usuario realiza, sino también la explicación que éste tiene al respecto); se realizó una sesión co-creativa con Adriana Véliz, la coordinadora de Efecto Colmena. Finalmente, para obtener mayor información del personaje bombero, se acudieron a distintas estaciones para realizar entrevistas y detallar más sobre sus actividades y equipo.

6.4.1 Rescates

A diferencia del primer rescate donde no se conocía el protocolo a seguir, en esta ocasión se recabaron datos sobre la antigüedad de la colmena en el lugar, su ubicación, las dimensiones (bien siendo de la propia colmena o del espacio que habitaban), el tiempo que tomó removerlo y las herramientas que fueron utilizadas (adicionales al equipo de protección, colmenas con bastidores vacíos, ligas, ahumador y cuña).

Rescate en tinaco

- Antigüedad: 10 años.
- Ubicación: dentro de un tinaco de fibra de vidrio.
- Capacidad estimada de tinaco: 2100 litros (diámetro de 1.55 y altura de 1.60 metros).
- Tiempo de remoción: 3.5 horas.
- Herramientas utilizadas: fosfonitrato, martillo, **cepillo**, hacha.
- Características: el tinaco contenía bolsas de ropa en aproximadamente 60% de su capacidad, el restante superior estaba ocupado por abejas y los panales de cría y miel, que estaban adheridos a la tapa y paredes del recipiente.

Procedimiento

Una vez realizado el protocolo inicial, se retiró la tapa del tinaco haciendo palanca con la cuña (Figura 6.7a). Se aplicó entonces fosfonitrato con el ahumador y se retiraron los panales melarios más expuestos, de cuyas celdas, al ser sujetados, fluyó la miel que almacenaban, dificultando cada vez más su manipulación (Figura 6.7b) y cayendo sobre las abejas paralizadas, quedando



a **b** Figura 6.7: a) Aplicación de FPN y apertura de tapa. b) Corte de panales de miel con cuña (izquierda) y extracción manual (derecha).

pegadas a las bolsas de ropa, cepillo y guantes; esto no permitiría su recolección posterior y sólo se rescatarían aquellas al exterior del tinaco o que no estuvieran cubiertas de miel (Figura 6.8).



Figura 6.8: Vista a detalle de extracción manual de panales melarios y abejas irrescatables pegadas a éstos.

Conforme la extracción de panales avanzaba, se descubrió que éstos no sólo estaban en la tapa del tinaco, sino que continuaban por las paredes, superando la mitad inferior del tinaco (Figura 6.9a). Se destruyó entonces el contenedor con un hacha y martillo hasta descubrir toda la colmena y así continuar con la extracción de panales (Figura 6.9b). Fue debido a la falta de bastidores y colmenas para el rescate, que los panales de miel, polen y algunos de cría tuvieron que ser desechados (dos botes con veinte litros de volumen), cerciorando que no quedaran restos de cera en las paredes del tinaco, que aunque también serían desechadas podrían atraer a nuevas colmenas (Figura 6.9c). En esta ocasión el rescate y registro audiovisual se realizó por 5 personas.



Figura 6.9: a) Debelación de extensión real de la colonia construida sobre la superficie interna del tinaco. b) Recolección de panales con ayuda de cuña. c) Bote con panales de miel y propóleos que serán desechados por su antigüedad y probable contaminación.

Rescate en escuela primaria

- Antigüedad: 1 año.
- Ubicación: dentro de un castillo.
- Dimensiones: desconocidas.
- Tiempo de remoción: 1 hora.
- Herramientas utilizadas: escalera, espuma de poliuretano.
- Características: La colmena tenía dos piqueras a lo largo del castillo en sus muros exteriores, una de ellas se encontraba a la mitad de la planta baja (salida de cableado eléctrico) y la otra en el ángulo formado entre la ventana de un salón en el primer piso, su techo y la columna.

Procedimiento

Esta colmena mostró al equipo una de las situaciones más difíciles: una colmena ubicada dentro de una estructura de ladrillo. Aunque para este tipo de casos Efecto Colmena solicita permiso para demoler la parte de la construcción donde se encuentra la colonia, este proceso no pudo llevarse a cabo por el tipo de inmueble; destruir o crear una abertura para rescatar la colmena debilitaría estructuralmente el refuerzo, lo que pondría en riesgo a los alumnos y personal de la escuela. Además, el desconocimiento por la extensión de la colonia no permitiría constatar que se hayan removido todos los panales, de haberse intentado.

La decisión tomada: colocar una escalera para alcanzar la piqueta y aplicar una cantidad mortal de FFN, bloqueando posteriormente cualquier acceso visible con espuma de poliuretano (Figura 6.10a) que, en voz de Adriana, no resolvería el problema, sólo evitaría temporalmente la circulación de abejas; aquellas en el exterior e interior del castillo, desgastarían con sus mandíbulas la espuma hasta habilitar de nuevo salidas. Mientras la espuma era aplicada, las abejas restantes que no murieron con FFN, quedaron adheridas a ésta, volviéndolas irrescatables. Finalmente y siguiendo el protocolo básico, se arrojó agua con jabón.



a **b** Figura 6.10: a) Vista general y a detalle de bloqueo con FFN. b) Abejas fallecidas después de aplicar el humo tóxico.

Rescate en casa

- Antigüedad: 2 años.
- Ubicación: Ramas de un árbol a 3 metros del suelo.
- Dimensiones: 0.125 m³ aprox.
- Tiempo de remoción: 1 hora.
- Herramientas utilizadas: escalera, costal, arco con cegueta, prototipos "Charolas" y "rampas".
- Características: La colmena en esta ocasión se encontraba en la parte posterior del árbol (cara que daba a la azotea vecina), rodeada y atravesada por ramas.

Procedimiento

Después de haber localizado la colonia de abejas, fue necesario utilizar un arco con segueta para acceder, a penas lo suficiente, a la misma (Figura 6.11a). Siguiendo el método tradicional de trasiego desde árboles en los manuales de SAGARPA, se colocó un costal rodeando lo más posible a la colmena para recolectar la mayor población posible. Desgraciadamente para este rescate, cortar o sacudir la rama para hacerse de los panales en el costal no fue una opción viable; la ubicación de los mismos no lo permitieron (no era posible rodear por completo la colmena) y arriesgaba a los habitantes del predio donde el equipo se encontraba y a aquellos de las casas contiguas.

Se aplicó entonces FFN para paralizar a las abejas y recolectarlas mientras éstas caían (Figura 6.11b), trasladándolas posteriormente a la colmena moderna vacía. Cuando aparentemente no quedaban obreras por recolectar (Figura 6.12.b), se decidió corroborar, desde otro ángulo, que podría comenzarse a obtenerse los panales (cuya construcción fue realizada alrededor de muchas ramas, condición que complicó más el rescate); más del 70% de las abejas se habían replegado a una parte no visible de la colmena (Figura 6.12c).

Se actuó entonces de tal manera que hubiera dos rescatistas a cada lado del árbol y de manera alternada, mientras uno continuaba aplicando FFN a las abejas, el otro seguiría recolectándolas en el costal y/o los prototipos destinados para ello (Figura 6.13), hasta que se diera un nuevo repliegue al lado libre del químico aplicado. Proceder así limitó la disponibilidad de herramientas, entorpeciendo aún más el rescate. Por el exceso de humo paralizante, muchas de las obreras no pudieron ser rescatadas por su muerte y la dispersión entre aquellas que continuaban vivas (Figura 6.14a). Después de almacenar a las sobrevivientes y remover la mayoría de celdas de cría y miel de las ramas (Figura 6.14b) en un trabajo conjunto de siete personas, se arrojó la espuma generada de una mezcla agua/jabón a los restos de la colonia para que otro enjambre no se instalara posteriormente. Por la aplicación de esta sustancia la rescatista de Efecto Colmena cayó de la escalera.

Por otra parte, cuando Adriana abrió la puerta de su camioneta, para la descarga y puesta en rehabilitación de la colmena rescatada, se encontró con que las abejas rodeaban, por su parte externa, al cajón de cría donde estaban almacenadas (Figura 6.14c).



a b Figura 6.11: a) Localización de colmena y corte de ramas para "abrir camino". b) De izquierda a derecha: rodeo de colonia con costal y manipulación de abejas paralizadas por integrantes del equipo.



a b c Figura 6.12: a) Colonia de abejas previo a la aplicación de FFN. b) Panales libres de abejas. c) Colonia replegada a zona libre de humo.



Figura 6.13: Ascenso de segundo rescatista al árbol (izquierda), alternancia de equipo para rescate (centro), par de rescatistas recolectando/paralizando abejas (derecha).



a b c Figura 6.14: a) Abejas que no fueron rescatadas por dispersión en otros puntos de la casa (izquierda) o muerte (derecha). b) Almacenamiento de abejas y panales rescatados en colmena moderna para traslado. c) Abejas rodeando el cajón de cría.

Observaciones sobre rescates (lista completa en Apéndice I)

En tinaco

- Cinco personas y un aproximado de tres y media horas fueron necesarias para el rescate.
- La caída de miel de los panales, al ser recolectados, sobre las abejas paralizadas (que yacían al interior del tinaco), volvió imposible la captura de éstas. Dificultó, además, la manipulación de herramientas.
- Rescatar, al mismo tiempo, los panales de miel y cría con las abejas presentes dificultó el rescate en general y disminuyó notablemente el número de abejas rescatadas.
- La colonia fue tan grande que una importante porción de panales, tanto de cría como de miel, tuvieron que ser desechados por la falta de bastidores y cajones para su transporte.
- Los habitantes de la casa nunca recibieron queja alguna por la colonia, reportarla fue para evitar problemas con sus vecinos, dado el tamaño que ésta ya tenía.

En escuela

- No poder acceder a los panales de la colonia implica su exterminio, sin la seguridad de que ésto se logre en todos los casos.
- La casi nula presencia de **abejas pecoreadoras** hizo inviable rescatarlas para obtener al menos una **colonia huérfana**.
- Aunque el personal de la escuela llamó anteriormente a Protección Civil, no obtuvieron una solución a su problema. Dicha llamada fue por la insistencia de las madres de familia por la presencia de abejas, no por daños a algún estudiante o personal del inmueble.

En árbol

- La textura del costal junto con las vellosidades en el cuerpo de las abejas dificultó el vaciado de éstas a la colmena moderna.
- Mientras el rescatista estaba en la escalera, sólo disponía de una mano para actuar ya que la restante fue para sujetarse.
- El humo con FFN ayudó, inesperadamente, a "guiar" a las abejas hacia una zona diferente.

Sobre los prototipos fabricados:

- Los prototipos construidos no fueron fácilmente manipulables con guantes, sus dimensiones y funcionamiento no fueron adecuados para la situación.
- El prototipo "charolas" resultó pequeño: de las abejas que caían paralizadas, recolectaba la minoría.
- Por la dimensiones que excedían al espacio disponible (lleno de ramas), con el prototipo "rampas" no fue posible atrapar a las abejas inmovilizadas.
- Los prototipos no redujeron los pasos necesarios para trasladar las abejas de los panales a la colmena moderna, los aumentaron.
- El material de los prototipos (cartón corrugado) no fue el adecuado, ya que se dobló, rompió y debilitó con la miel.
- El equipo almacenó panales en el prototipo por su poca eficacia para recolección de abejas.

6.4.2 Sesión de co-creación con personaje rescatista

Para esta actividad, se decidió no sólo escuchar a la rescatista Adriana sobre el equipo que ella ha visualizado para el rescate de colmenas sino que además, para motivar su creatividad para generar ideas nuevas a las que tenía, se buscó diseñar tomando como marco de referencia un escenario futurista. Las actividades llevadas a cabo para esta sesión fueron como se muestra:

- Planteamiento de contexto para el 2030.
- División del proceso de rescate en etapas.
- Lluvia de ideas por etapa y selección.
- Muestra de prototipos construidos a Adriana y realimentación.
- Observaciones.

Planteamiento de contexto para el 2030

Estableciendo como escenario la Ciudad de México, donde la ley de fomento apícola protege la integridad de las abejas y el grado de conciencia de la población ha llegado a grado tal que las colmenas urbanas ya son comunes y cada ciudadano puede rescatar y "domesticar" las que encuentre, sin la necesidad de utilizar químicos que afecten a la salud. La densidad demográfica ha aumentado y los espacios para vivienda se han reducido, junto con las barreras de conectividad entre personas y cosas (Figura 6.15).

División del proceso de rescate en etapas

Para enfocar cada lluvia de ideas en un tema específico y con ello generar diferentes categorías de soluciones, se dividió el rescate en cuatro temas básicos: localización de colonia, recolección de abejas, remoción de panales y almacenamiento/transporte de colmena.



Figura 6.15: Escenario generado para lluvia de ideas en sesión co-creativa.

Lluvia de ideas por etapa y selección

De manera conjunta, entre el equipo y Adriana, se propusieron diferentes soluciones a cada uno de los temas mencionados considerando en todo momento el escenario establecido (lista completa en Apéndice J), se permitió que las ideas fueran tan disparatadas como su autor lo considerara, siempre y cuando éste pudiera explicar su idea oralmente o a través de dibujos. Terminando esto se comentaron los resultados y se seleccionaron aquellas soluciones de común interés y relevancia para los participantes:

Localización de colonia	Recolección de abejas	Remoción de panales	Almacenamiento/ transporte de colmena
Radar para colmenas	Atracción con sonidos en altas frecuencias	Cortador caliente	Colmenas pequeñas de plástico (unicel)
Cámara infrarroja	Costales de malla adicionados con atrayente o relajante	Bastidor tipo prensa con cortador	Cajón acordeón
Sensor de movimiento con alerta de proximidad	Aparato de succión		Portalonja estilo cartucho de nintendo
	Trampa con acceso unidireccional y con 20 días de alimento artificial		

Tabla 6.3: División de rescate en cuatro etapas e ideas más relevantes para cada una.

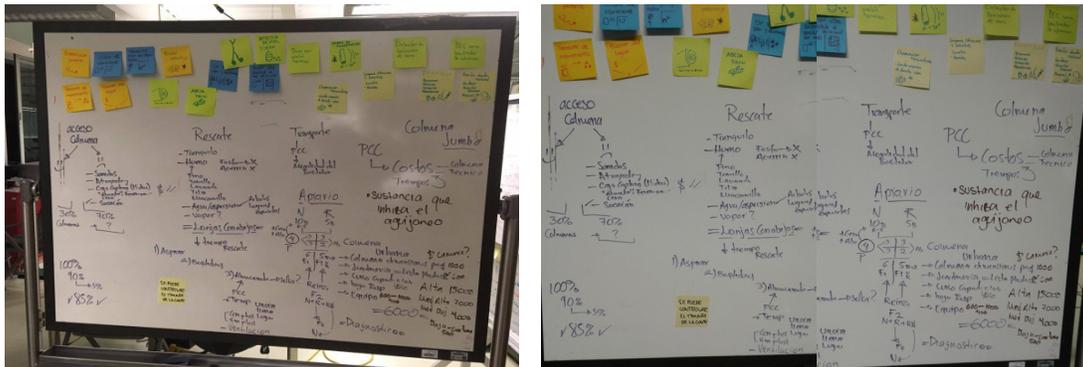


Figura 6.16: Generación de ideas para resolver actividades en Tabla 6.3.

Muestra de prototipos a Adriana y realimentación

Finalizada la discusión y selección de ideas, se presentaron algunos prototipos que se tenían contruidos y que son descritos a detalle en la sección 6.9. La razón de presentarlas posterior a la lluvia de ideas (Figura 6.17) fue para complementar los funcionamientos y objetivos de los artefactos fabricados, con los que se obtuvieron de manera co-creativa con Adriana. Cabe destacar que los simuladores sólo fueron mostrados y se permitió a la rescatista interactuar con ellos, por lo que se limitó a mencionar lo que pensaba de ellos y si creía que podrían funcionar o no; no fueron probados en su presencia por falta de material orgánico.

Los prototipos mostrados llevaron por nombre: bastidor con cierre a presión, bastidores ensamblables y contenedor para aspiradora. Sobre el primero se comentó que la idea era buena, aunque tenía que considerarse un espacio más holgado para no aplastar los panales en caso de que fueran de cría. Sobre el bastidor contenedor se validó la idea en innovación y sólo se comentó sobre el espacio que hay que considerar entre el **piso** de la colmena y los bastidores. Finalmente, sobre el contenedor para aspiradora se habló sobre sus dimensiones y la poca capacidad que éstos tendrían para almacenar aun una colonia pequeña.



Figura 6.17: Discusión y muestra de prototipos a Adriana.

Observaciones:

- Un diagnóstico previo de la ubicación y distribución real de la colonia permitiría seleccionar el tipo de rescate adecuado.
- El diseño del equipo debe contemplar que al rededor del 70% de las colonias se encuentran en zonas de difícil acceso. De hecho, los prototipos construidos serían útiles para el porcentaje restante.
- Los enjambres rescatados generalmente se fusionan con otras colmenas para fortalecerlas.
- Un proceso que no altere a las abejas permitirá menor dispersión entre éstas y tiempo de rescate.
- Buscar alternativas en el humo que se aplica, de tal manera que las abejas sean tranquilizadas de manera más orgánica.
- Rociar agua a las abejas hace que se "peguen", lo que facilita su captura.
- La ventilación durante el transporte repercute en la supervivencia de las abejas.
- Los sonidos podrían funcionar como atrayente para colmenas en espacios de poco acceso. Se necesitan pruebas para validarlo.
- Por el comportamiento explorador de las abejas, accesos unidireccionales a almacenadores podría aumentar la tasa de abejas rescatadas.
- Una de las maneras para impactar significativamente en el rescate es reducir el tiempo necesario para el mismo.



Figura 6.18: Discusión de resultados finales sobre sesión co-creativa.

6.4.3 Actualización de personaje bombero

Previo a esta visita, en C2 se consideró a los bomberos como una referencia estadística del impacto negativo que tiene ambientalmente la eliminación de colmenas que llevan acabo; fueron seleccionados como personajes, y como se concluyó al final del ciclo, para determinar, con sus actividades, de qué manera se podrían redirigir las llamadas que éstos reciben a Efecto Colmena. Fue con los siguientes supuestos que el equipo decidió este nuevo acercamiento:

- Los bomberos superan en personal y unidades de transporte a Efecto Colmena.
- Aunque es para exterminar, los bomberos han tenido contacto con las abejas, convirtiéndose en usuarios extremos experimentados en remoción.
- El cuerpo de bomberos no sólo recibe más llamadas que Efecto Colmena; es el principal motivo por el que la ciudadanía solicita sus servicios.

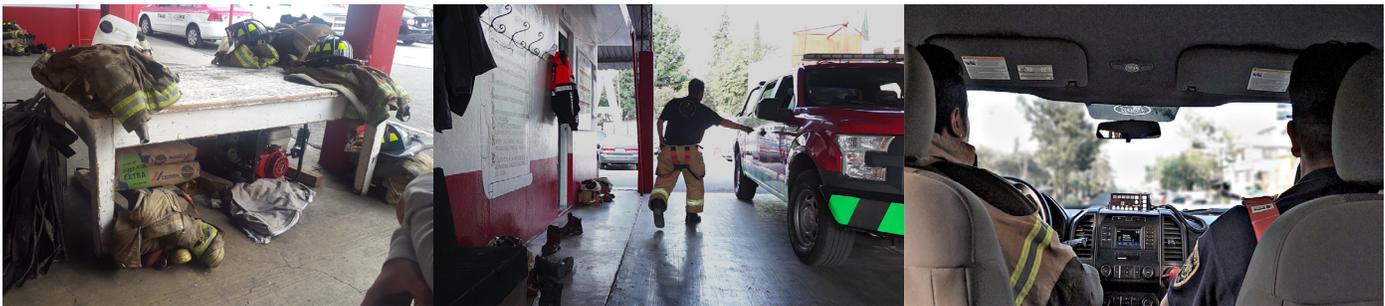
Para el equipo fue más claro que, con estas premisas, los bomberos podrían desempeñar un rol de usuario activo en el proceso de rescate y sólo había una condición que limitaba esta posibilidad: el *expertise* de estos usuarios, orientado en exterminar colmenas, podría generar aversión a la idea de salvarlas. A pesar de ello el equipo definió aquellas dudas con las que se entrevistaría y determinaría la viabilidad de participación de estos usuarios:

Tópico de interés	Información obtenida (se entrevistó en la estación de bomberos Ebodio Alarcon García)
Tiempo necesario para remoción de colmenas	Colmenas pequeñas (equivalente a 10 000 abejas) y que se encuentran a la vista requieren 20 minutos. Colmenas de difícil acceso y de gran tamaño (superior a 80 000 abejas) han requerido hasta cinco horas.
Equipo de protección y transporte utilizado	El equipo de protección se compone de: chaquetón, pantalón, guantes, casco, monja, botas, chaqueta de apicultor (lo anterior conforma la indumentaria básica), EPRA (Figura 6.19). Sobre las unidades de transporte: vehículo ligero (contiene caja de herramientas, manguera, cuerdas, opcional planta de luz) y coche bomba (adicional al vehículo anterior, éste transporta agua) (Figura 6.20).
Protocolo según tamaño de colmena	Al recibirse la llamada, cuatro bomberos se dirigen en vehículo ligero y hacen la remoción con agua y jabón. Si la colmena es muy grande, regresan a la estación y hacen un segundo viaje al lugar del reporte, esta vez en un coche bomba. Para exterminar al mayor número de abejas esperan a la noche del día del reporte o a la mañana siguiente: son los momentos cuando las pecoreadoras no están trabajando.
Actualización de <i>journey map</i>	Antes de arrojar la solución jabonosa, los bomberos rocían agua para que las abejas "se peguen" y sea más la remoción. Posterior al exterminio, los bomberos remueven, con machete y cloro, los restos de cera de los panales removidos. Además, las abejas muertas son recolectadas para limpiar el lugar.

Tabla 6.4: Información a investigar y resultados obtenidos.



Figura 6.19: EPRA y equipo de protección básico para bomberos [95-101].



a Figura 6.20: a) De izquierda a derecha: vehículos ligeros y pesados con que cuenta el cuerpo de bomberos. b) De izquierda a derecha: equipo de protección básico, ingreso a vehículo ligero, conducción a llamado de la ciudadanía.

Posterior a las entrevistas (aplicadas a participantes de entre uno y 29 años de experiencia), se explicó a los bomberos al respecto del proyecto, la dirección que éste tenía y los objetivos en mente, a lo que los bomberos respondieron con una historia que permitió visualizarlos como verdaderos participantes y pieza fundamental de Bee Hero:

En años anteriores, con un programa de reubicación, los bomberos rescataban colmenas silvestres y las llevaban a centros de investigación y, en mayor cantidad, a un apicultor que tenía asignado un terreno (cercana a la estación que se visitó) para desarrollar un apiario. Eventualmente, la imparable llegada de llamadas, la reducción del espacio disponible y la incertidumbre de los bomberos sobre cómo proceder con aquellos rescates concluidos y que no eran aceptados en el apiario, terminaron por colapsar este programa y, por medio de SAGARPA, se difundió un panfleto donde se instruía a los bomberos sobre cómo exterminar a las colmenas.

Añadieron además, que no estando de acuerdo con el exterminio de colmenas, no sólo por lo que significa matar esta especie animal sino también por aquella vegetal que tienen que cortar para retirar los panales (lo que los ha involucrado en problemas con asociaciones en pro del medio ambiente), continúan en este proceder por una de sus máximas: proteger a la ciudadanía.

Con todo lo anterior, el equipo comprobó la efectividad de rescate en los bomberos y aclaró la dirección del diseño de los productos para rescate: los conocimientos de Efecto Colmena sobre una correcta remoción y la experiencia de los bomberos con las abejas permitiría diseñar productos con los que pudiera lograrse los rescates del primero, con la movilidad y tiempo de los segundos.

6.5 Alternativas de concepto de productos y servicio

Aunque al inicio del ciclo en el reto se estableció la creación de un sistema para el rescate de colmenas, no se sabía a ciencia cierta de qué tipo. Fue con la información mostrada anteriormente (asistencia a más rescates, sesión co-creativa con Adriana y la entrevista a bomberos), que se acotó más la solución final y se concluyó que no sería suficiente la creación de equipo o productos para el rescate: si existen fallas en la eficiencia de los salvamentos que hoy se practican, tanto para Efecto Colmena como para los bomberos (cuando éstos rescataban), es y fue por la falta de logística. Es por eso que a continuación se muestran dos lista conceptuales que incluyen las primeras alternativas (cuatro para productos y seis para servicios) que el equipo generó, y aquellas que surgieron después de las actividades presentadas en la sección 6.4.

Productos:

- 1.- Herramientas que permitan la remoción de colmenas completas, sin separar abejas y panales.
- 2.- Conjunto de dispositivos utilizados por expertos que permitan la localización, recolección, almacenamiento y transporte de una colmena (tanto abejas como panales).
- 3.- Equipo de rescate que permite, de forma natural, el cambio de ubicación de las abejas de una colmena, facilitando la recuperación de panales sin la presencia de las anteriores.
- 4.- Conjunto de dispositivos que permitan la domesticación de una colmena rústica, logrando que lo utilizado para su rescate se instale dentro del perímetro de un inmueble habitado.

Servicio:

- Previo a entrevista con bomberos
- 1.- Aprovechamiento de canales entre ciudadanía y cuerpo de bomberos que permita, con las llamadas de la primera, al segundo redirigir las llamadas a asociaciones especializadas en rescates de colmenas o apicultores experimentados, teniendo estas últimas la misión de reubicar apropiadamente los salvamentos.
 - 2.- Comercialización de productos necesarios para rescates más seguros, rápidos y efectivos, de tal manera que los apicultores puedan adquirir las colmenas silvestres que avisten.
 - 3.- Creación de una empresa que ofrece apicultura migratoria con las colmenas rescatadas que fueron reportadas por la ciudadanía, y que no contempla acción alguna de los bomberos.
- Posterior a entrevista
- 4.- Alternativa que integra a los apicultores. Creando un nuevo canal entre éstos y los bomberos, cuando la colmena reportada por la ciudadanía haya sido rescatada y almacenada, ésta permanecerá en el inmueble hasta que un criador apícola (previamente notificado) vaya por ella; estando a su cargo la reubicación en su apiario.
 - 5.- Al igual que la propuesta anterior, los apicultores cubren ciertas actividades, pero en este caso las múltiples colmenas rescatadas son almacenadas en un contenedor más grande ubicado en la estación de aquellos bomberos responsables del salvamento, adonde

el apicultor podrá acudir y llevarse cuantas colmenas desee.

6.- Iniciación de la apicultura urbana en México, de tal manera que las colmenas que sean rescatadas (por los bomberos o por los ciudadanos) con equipo especializado sean puestas en una colmena doméstica de dimensiones y seguridad tales que, quien la reportó, la tenga a su cuidado (lo que implica capacitar al responsable).

6.6 Revisión de propuesta de valor

Con la nueva información adquirida, se determinó entonces que habían tres sectores o entidades involucradas, y muy posiblemente interesadas, en el desarrollo del proyecto Bee Hero, de tal manera que no sólo se cumpliría con el reto inicial (impulsar la apicultura en México) sino que beneficiaría a cada una de las partes. Por los apoyos monetarios que existen en el componente de investigación y desarrollo tecnológico de tipo pecuario de SAGARPA, el interés que en los bomberos reside sobre frenar el exterminio de colmenas, y el que tienen los apicultores por el descenso poblacional en sus apiarios y la poca accesibilidad económica que implica la compra de núcleos para repoblamiento (junto con el beneficio relacionado con los índices más altos de producción y supervivencia de una colmena urbana por sobre una rural, demostrados por Wilson-Rich), se plantearon las siguientes propuestas de valor para:

- SAGARPA: Sistema que permita el rescate y aprovechamiento de colmenas urbanas a través de canales ya existentes (ciudadanía-bomberos) y tecnologías innovadoras.
- Bomberos: Facilitar el proceso de remoción de colonias de abejas, sustituyendo la eliminación por su rescate, mejorando su relación con asociaciones que protegen el medio ambiente.
- Apicultores: Servicio que facilita la adquisición de colmenas para el aumento de apiarios (que repercute directamente en la producción y los ingresos generados); de ser un pequeño productor sin apoyos gubernamentales, ésto le permitirá alcanzar el mínimo necesario para recibir estímulos con el PROGAN productivo.

6.7 Experiencia actualizada

La nueva experiencia será entonces de manera tal que no sólo se desarrolle tecnología, facilite los procesos necesarios para bomberos y apicultores y se beneficie de diferentes maneras a los participantes en cuanto a seguridad, tiempo y efectividad; también se trata de un servicio en el que participa la ciudadanía. Es por ella que el proceso comienza: al reportar una colmena a los bomberos, se podrá contemplar mientras se realiza el rescate, de tal manera que los habitantes espectadores noten que ya existen medidas para reubicar abejas y que ya no se exterminan, ésto motivará a continuar notificando sobre nuevos enjambres y acelerará con ésto la velocidad y frecuencia con que los apicultores los adquieren, impulsando entonces la apicultura.

6.8 Requerimientos y especificaciones

Una vez enlistadas las alternativas para productos y el proceder con ellos, identificados los posibles interesados en el desarrollo del proyecto y actualizada la experiencia, se estableció, con los diferentes rescates y la diferentes actualizaciones de contexto, los requerimientos (Tabla 6.5) y, en algunos casos, las especificaciones (Tabla 6.6) sobre las que se desarrollaron los prototipos (con sus correspondientes pruebas) que se describen más adelante. Como se puede notar, aunque se incluyeron aspectos tales como facilidad de transporte, peso del equipo y capacidad de almacenamiento, se dio una especial importancia, mediante una escala cuantitativa (donde 5 y 1 reflejan una alta y baja importancia, respectivamente) al ahorro de tiempo por rescate, a la mejora en el uso de espacio para el almacenamiento, a una fácil y rápida manipulación y a la eliminación de sustancias que puedan afectar la salud de los presentes en un rescate.

No.	Necesidad identificada	Requerimiento	Importancia
1.0	Diseño		
1.1	Capacidad	Las dimensiones de los productos permiten almacenar a una colonia promedio (80 000 abejas) con sus respectivos panales.	5
1.2	Ligereza	La masa del equipo y su correcta distribución permiten su fácil desplazamiento por el usuario.	4
1.3	Ergonomía	Los productos son manipulables en espacios reducidos y, para el caso de los recolectores de abejas, permiten acceder a éstos, con el menor número de acciones posibles y con el equipo de protección básico (velo de apicultor y guantes).	4
1.4	Tamaño	El volumen de los productos es menor al de una colmena tipo Lagstroth, o es igual al de ésta y lo aprovecha mejor.	4
1.5	Manufactura	El proceso de fabricación debe ser simple y con operaciones que puedan ser replicadas para una producción a gran escala.	2
2.0	Tiempo		
2.1	Tiempo de rescate	El uso del equipo debe permitir igualar o disminuir el tiempo en el que actualmente se extermina una colmena.	5
2.2	Construcción en tiempo límite	Los prototipos alpha y beta deben ser desarrollados a lo largo de semanas.	3
2.3	Tiempo de ensamble	Se requiere de poco tiempo para ensamblar el equipo o para intercambiar sus elementos por otros para continuar con el rescate.	3
3.0	Seguridad		
3.1	Resguardo	El equipo debe asegurar la integridad del rescatista y de los distintos elementos que componen una colonia apícola.	5
3.2	Rescate libre de tóxicos	El equipo evita el uso de productos tóxicos para todos los involucrados.	5
3.3	Apariencia	Los dispositivos deben tener una notable robustez, tanto visual como mecánica, para dar confianza a sus usuarios y a quien pueda presenciar el trasiego.	3
3.4	Ambiente de resguardo óptimo	El almacenador de la colonia debe proveer condiciones óptimas para la supervivencia y tranquilidad de las abejas (cría y adultas).	3
4.0	Manipulación		
4.1	Efectividad	Para la recolección de abejas, los productos resguardan más abejas de las que permanecen libres al final del rescate.	5
4.2	Visibilidad	La manipulación de los productos no limita el campo de visión disponible para el rescatista.	4
4.3	Desempeño	Los dispositivos son capaces de acoplarse a un ritmo rápido de trabajo.	3
4.4	Usabilidad	Se necesita de poca capacitación para el uso de los productos.	3
5.0	Funcionamiento		
5.1	Vida útil	Los diferentes componentes de los productos requieren poco mantenimiento y deben funcionar correctamente durante el proceso de rescate.	4
5.2	Autonomía	La alimentación del equipo para rescatar permite rescates completos.	4
5.3	Acústica	El funcionamiento de los dispositivos es silencioso, lo que evita irritar a las abejas.	4
5.4	Recolección al vuelo	El recolector de abejas puede atraparlas en pleno vuelo.	2

Tabla 6.5: Requerimientos para equipo de rescate.

La escala utilizada en la Tabla 6.5 indica un grado de importancia para tener en mayor consideración ciertos rubros por sobre otros. Sin embargo, esta manera no define claramente, con una característica física, las limitaciones a la que los simuladores (y consecuentes productos) estarían restringidos durante su fabricación, por lo que se construyó la siguiente tabla para puntualizar dichos aspectos medibles: con un valor ideal, la tolerancia en la que éstos pueden encontrarse para ser aceptados y la unidad métrica a la que se refiere en cada caso.

No.	Especificación	Valor nominal	Tolerancia	Unidad	Posibles valores
1	Tiempo de entrega	34	+2	Semanas	Entregado / No entregado
2	Funcionamiento	NA	NA	NA	Cumple / No cumple
3	Tiempo de rescate	20	+20	min	Suficiente / Insuficiente
4	Ruido interno	40	+10	dB	Cumple / No cumple
5	Temperatura	35	+3	°C	Cumple / No cumple
6	Humedad	80	Por definir	%	Cumple / No cumple
7	Volumen	0.039	Por definir	m ³	Suficiente / Insuficiente
8	Potencia de succión	Por definir	Por definir	W	Succiona y mata Succiona No succiona
9	Autonomía energética	Por definir	Por definir	hrs	Suficiente / Insuficiente
10	Tiempo de ensamble (durante rescate)	180	+30	seg	Suficiente / Insuficiente
11	Complejidad de uso	NA	NA	NA	Difícil/ Medio/ Fácil
12	Peso	5	Por definir	kg	Muy pesado/ Pesado/ Ligero
13	Espesor de panel	2.0	+0.5	cm	Cabe/ No cabe
14	Resistencia a impacto	Por definir	Por definir	MPa	Resistente/ Endeble
15	Capacidad	20000	Por definir	Abejas	Suficiente/ Insuficiente

Tabla 6.6: Especificaciones para equipo de rescate.

Cabe mencionar que para aspectos como el volumen de referencia, éste refiere al espacio útil dentro de la cámara de cría o alza melaria que tiene una colmena tipo Langstroth (Anexo IV). Además, a manera de interpretación del requerimiento 3.4 se representó al ambiente óptimo por medio de la temperatura, la humedad y la cantidad de ruido a la que pueden estar expuestos los diferentes miembros de la colonia.

6.9 Generación de productos y servicio

La idea de realizar primero la conceptualización, tanto de productos como de servicios, fue para tener en consideración las diferentes posibilidades en que podrían ser enfocados los simuladores mientras éstos eran construidos, volviéndolos adaptables a las diferentes alternativas generadas, que estuvieron enfocadas, principalmente, en dos usuarios activos (aquellos que interactuarán directamente con las colmenas urbanas): bomberos y apicultores.

Con el fin de explorar la viabilidad existente en generar productos útiles que pudieran ser empleados por usuarios extremos inexpertos en el cuidado y correcto manejo apícola, se decidió construir prototipos que cumplieran con los requerimientos y, en la medida de lo posible, con las especificaciones ya establecidas. Se plantearon entonces dos escenarios sobre los cuales trabajar: si la viabilidad en la construcción de simuladores se comprobaba positivamente, los esfuerzos posteriores estarían enfocados en las alternativas 4 y 5 de servicio; de no suceder lo anterior el diseño sería redirigido hacia el desarrollo de productos especializados para los usuarios expertos.

Como primera estrategia para prototipar, y debido a que el proceso de rescate está compuesto por diferentes momentos, el equipo decidió retomar la división que se había propuesto en la sección 6.4.2, donde se agruparon las diferentes actividades que son realizadas en tres categorías:

- **Recolectar** las abejas adultas que conforman a la colonia
- **Remover** los panales de cría y miel con los cuidados necesarios para no dañar las celdas que los componen.
- **Almacenar** las abejas capturadas y los panales en un medio seguro y aislado, con condiciones adecuadas para la supervivencia de la colonia rescatada.

A diferencia de los cuatro rubros utilizados en la sesión co-creativa con Adriana, y después de analizar a detalle, se llegó a la conclusión de que la actividad "ubicar" representaba un ahorro de tiempo (especialmente para un apicultor que se hace de colmenas silvestres por trasiego), pero no determinaba directamente el correcto rescate de una colmena. Adicionalmente, y contemplando el enfoque sobre colonias urbanas, para que una colmena sea reportada (tanto a los bomberos como a Efecto Colmena), tuvo que avistarse primeramente por la ciudadanía, lo que cumple con este rubro sin la necesidad de crear productos; se decidió entonces prescindir de dicha categoría en el siguiente proceso creativo y sería retomada en la generación final del servicio.

Al respetar esta división de actividades y construir los simuladores bajo este esquema surgió un hallazgo que mejoraría la efectividad en los rescates: aislar en primera instancia a las abejas de sus panales permitiría una remoción más rápida de los segundos sin tantas pérdidas de las primeras, a causa de la miel que se derrama y del comportamiento defensivo propio de las obreras, situación ocurrida en el rescate del tinaco y que se mencionó en las observaciones respectivas.

6.9.1 Simuladores para explorar utilidad y factibilidad de productos

En esta sección se da lugar a la descripción de los prototipos que fueron realizados en tres momentos importantes de C3: aquellos ideados para utilizarse durante el tercer rescate, los que fueron mostrados y analizados con Adriana Véliz durante la sesión co-creativa y los que fueron construidos después de dicha sesión con una lluvia de ideas (Apéndice K), en ese orden y contemplando para esto algunos de los requerimientos (fueron atendidos completamente en C4) y personajes ya planteados, siguiendo las tres categorías mencionadas anteriormente. A continuación se describen algunas características a mencionar de cada función; en las páginas siguientes se muestran en conjunto una tabla (que contiene el nombre de cada prototipo, su funcionamiento y los requerimientos que cumple) y fotos al respecto. Una descripción más a detalle de cada propuesta es presentada en el Apéndice L.

Recolección de abejas

Para esta función se presentan los simuladores diseñados para la puesta a salvo de las abejas adultas y su separación del panal. Aquellos dos primeros de la Tabla 6.7, fueron utilizados durante el rescate de una colmena en un árbol que el equipo efectuó junto con Efecto Colmena. En cuanto a los vasos con boquillas, se describe el resultado final que se generó de un conjunto de iteraciones (algunas de ellas previas a la sesión con Adriana) sobre materiales y elementos para garantizar una recolección y almacenamiento, íntegro y seguro, de las abejas haciendo uso de la succión, lo que significó la desaparición del uso de químicos tóxicos. Finalmente, el último prototipo es una variante del anterior, que otorga mayor portabilidad al usuario cuando los vasos se encuentran llenos y tienen que ser cambiados por vacíos.



Figura 6.21: Simuladores para la recolección de abejas.

Remoción de panales

Para contener los conjuntos de celdas donde reside la cría y diferentes sustancias alimenticias de las abejas, se desarrollaron prototipos (Tabla 6.5) que marcaran un cambio en la utilización de ligas para sujetar los panales cuando éstos son colocados en los bastidores, de tal manera que se ahorre tiempo y manipulaciones complicadas para asegurar este elemento fundamental de la colonia y que se notó, en C2, no es recolectado por asociaciones de rescate en otros países, como Bee Busters. En este caso, sólo el primer prototipo fue mostrado a Adriana; aunque los siguientes fueron desarrollados una vez enlistados los requerimientos, los dos primeros (contenedor flexible y rígido) fueron probados por bomberos en una sesión posterior a la descrita en el apartado 6.4.3, en tanto que los restantes fueron probados internamente por el equipo.



Figura 6.22: Simuladores para la función de remoción de panales.

Almacenamiento de panales y abejas

Finalmente, para lograr un transporte rápido y sencillo dentro del punto de rescate y un traslado seguro al siguiente lugar de estancia de la colmena, se crearon simuladores que tuvieran facilidad en su ensamble y que optimizaran el espacio disponible, adaptándose a la situación siendo modulares. El primero de los prototipos mostrados en la Tabla 6.9 fue mostrado a Adriana y resultó muy bien aceptado en cuanto a la practicidad de ensamble y versatilidad para aumentar la medida de su longitud. El segundo fue construido previo a los requerimientos como un receptor del prototipo "vasos con boquillas", para unir, eventualmente, las abejas con sus panales.

Nombre del prototipo	Funcionamiento/Principio de funcionamiento	Requerimientos que cumple
Charolas (Figura 6.23)	Contemplado para atrapar abejas paralizadas por el FFN, fue construido para que la agarradera presente en cada "charola" tuviera dos funciones: punto de sujeción para el rescatista y sección que forma una de las paredes del almacenador en el que son ingresadas.	1.1-1.3,1.5 2.1,2.3 4.1-4.4
Rampas (Figura 6.24)	Para recibir a las abejas paralizadas, se añadió internamente a una caja rieles en dos de sus caras, esto para dar soporte a secciones de cartón corrugado que fueron dobladas en la dirección de las flautas a manera de medias parábolas; se buscó amortiguar el impacto y proveer un medio rugoso para que, con las vellosidades que recubren a la abejas, éstas quedarán "adheridas", durante su caída, en una de las tres variantes de tela con que fue recubierta cada "rampa".	
Vasos con boquillas (Figura 6.25)	Después de distintas pruebas (proceso completo en Apéndice M) se ideó un contenedor con tapa retráctil que tiene al interior una malla plástica, cuya trama se pensó serviría a las abejas para sujetarse a su ingreso cuando son aspiradas y durante el ingreso de otras. Adicionalmente, se crearon boquillas (más detalles en Apéndice N) que generarían variaciones en los resultados.	
Cinturón portavasos (Figura 6.26)	Como una manera de facilitar el transporte de la propuesta anterior, se ideó un cinturón que permitiera colocar fácilmente los vasos llenos de abejas y cambiarlo por uno vacío. Esta variación fue generada tras contemplar que los rescates podrían ser en árboles (sobre una escalera) o en lugares donde no es tan sencillo el cambio de los almacenadores.	

Tabla 6.7: Prototipos construidos para cumplir la función de recolección de abejas.



Figura 6.23: a) Vistas del almacenador con charola extraída. b) Vista interna alejada (izquierda) y aumentada (derecha) de rieles para ingreso de charolas.



Figura 6.24: a) Rampas cubiertas con textiles. b) Interior de almacenador con guías laterales para rampas. c) Modelo ensamblado.



Figura 6.25: a) Vista isométrica de malla interna amortiguadora con base rígida. b) Vaso recolector con tapa en estado normalmente cerrado (izquierda) y abierto (derecha). c) Boquillas construidas: recta (izquierda) y múltiple (derecha).



Figura 6.26: a) Cinturón con secciones para adherir los vasos recolectores. b) Modelo ensamblado.

Nombre del prototipo	Funcionamiento/Principio de funcionamiento	Requerimientos que cumple
Bastidor con cierre a presión (Figura 6.27)	Aunque también está compuesto de dos partes, una de las mitades es un marco interno que se ensambla con un ajuste a presión a la otra, de tal manera que al unirse, los panales previamente colocados son sujetados con la tensión producida entre los alambres por la diferencia de la altura entre éstos y los anteriores.	
Contenedor flexible (Figura 6.28)	Como una solución aparentemente más rápida para el acomodo de panales, este simulador es un contenedor que almacena a otros (que pueden ser acomodados libremente para lograr distintas configuraciones) de mismo ancho y altura, pero de largo variable, para colocar, sin la necesidad de romper, panales de distintas longitudes. Para volverlo portable, se le añadió una correa para ser usado como mochila de hombro.	1.1-1.3, 1.5
Contenedor rígido (Figura 6.22)	De manera similar al modelo anterior (rápido almacenamiento), se trata de un conjunto de recámaras, en cuyo caso las dimensiones son ahora fijas en compensación de otorgarle mayor rigidez al contenedor.	2.1, 2.3
Waffera (Figura 6.29)	Esta alternativa cuenta con dos tapas (a manera de waffera) unidas con un par de bisagras, lo que permite sujetar los panales rescatados sin la necesidad de ligas, ya que el espacio existente al cerrar el bastidor es menor que el espesor de un panal común de cría o miel, de tal manera que éste queda aprisionado por la tensión generada en los alambres a cada lado del bastidor, sin que éstos dañen las celdas.	4.1-4.4
Bastidor con perímetros ajustables (Figura 30)	Esta variante tiene un perímetro de clavos ubicados en diferentes caras del marco, de tal manera que se creó una retícula de alambres sobre los que pueden ser desplazados punzones que, en el argot de papelería, se conocen como "chinchas", de tal manera que un panal rescatado y colocado en el bastidor tiene como soporte dicha trama y en su contorno está sujetado por estos objetos.	

Tabla 6.8: Prototipos construidos para cumplir la función de remover panales.



a b c Figura 6.27: a) Base inferior del bastidor interno dentro del externo. b) Proceso de cierre a presión entre bastidores. c) Ensamble final.



a b Figura 6.28: a) Vista isométrica y superior de contenedor flexible pequeño. b) Modelo final con contenedores y panal.



a b c Figura 6.29: a) Bastidor "waffera" abierto. b) Colocación de panales en cama de alambres. c) Panales sujetos por la tensión.



a b c Figura 6.30: a) Vista frontal de bastidor. b) Colocación de panales en bastidor y manipulación para cercarlos. c) Bastidor orientado verticalmente con panal sujetado.

Nombre del prototipo	Funcionamiento/Principio de funcionamiento	Requerimientos que cumple
Colmenas apilables (Figura 6.31a-c)	Orientado al uso de los vasos con boquillas, se construyeron tapas de colmena con una abertura para "vaciar" las abejas almacenadas en los vasos con boquillas, de tal manera que éstas lleguen a los panales que yacen al interior del cajón. Se añadieron además marcos en las esquinas de dichas tapas para permitir el ensamble con más cajones.	1.1-1.5 2.3 3.1
Bastidores ensamblables (Figura 6.31d)	Como una idea que podría adaptarse a los diferentes bastidores construidos, se propuso añadir a los laterales de cada uno un conjunto de rieles hembra-macho, de tal manera que al ensamblarse con otros se construya lo que podría ser un alza (o cámara de cría) de colmena para su transporte.	4.4 5.3

Tabla 6.9: Prototipos construidos para cumplir la función de almacenar abejas y panales rescatados.



Figura 6.31: a) Bastidores separados. b) Proceso de ensamble entre bastidores. c) Vista a detalle de ensamble en iteración con mdf. d) Vista de contenedores apilables con abertura en tapa superior para ensamble con vasos recolectores.

6.9.2 Pruebas y resultados para validación de modelos

Continuando con el orden en que han sido presentadas las diferentes propuestas de solución de acuerdo a la función del proceso de rescate que cumplen y el momento cronológico en que fueron construidas, así se describirán las pruebas que fueron realizadas. Se presentan para cada categoría tablas con los aspectos a evaluar según el caso: ya que existen diferentes propósitos de acuerdo al simulador, unos cumplen con los requerimientos que otros no, de esta manera se produce una dependencia con los demás para cumplir de manera conjunta el listado total; el grado de cumplimiento o éxito quedará denotado según la siguiente escala:



Esta escala se referencia según la manera en que los requerimientos son cumplidos hoy en día: el color verde significa un cumplimiento mucho mejor que los resultados con los procedimientos de rescate actuales. En caso de dispositivos que actualmente no sean utilizados (como las boquillas), se realizó una comparación de resultados entre los modelos del mismo tipo.

Recolección de abejas

Para el caso de los modelos charolas y rampas, y como puede observarse en la Tabla 6.7 y 6.10, se construyeron para evaluar la facilidad de recolección de abejas paralizadas durante un rescate, así como la efectividad de distribución en el espacio para permitir a las abejas respirar y evitar la muerte por asfixia que muy frecuentemente ocurren en los rescates de Efecto Colmena. El protocolo a seguir para este caso fue, una vez aplicado el FFN y pasados dos minutos, se colocaron los modelos bajo los panales de donde las abejas caían y así, una vez capturadas todas las abejas, se pudieran cerrar los accesos para permitir su transporte (Figura 6.32a).

Ahora bien, respecto a los vasos con boquillas se colocaron éstas últimas en la iteración final del contenedor para abejas. La prueba consistió en aspirar, sin límite de tiempo, aproximadamente el 90% o más de las abejas al interior una colmena doméstica (Figura 6.32b,c), intentando recolectarlas desde diferentes puntos, como aquellas en los panales o en la piquera. Junto con estas pruebas, que fueron realizadas internamente (por miembros del equipo vestidos con equipo de seguridad y con abejas vivas, dentro de una habitación cerrada), se puso a prueba, con bomberos, el prototipo vaso con boquilla recta (ensamblado con la aspiradora manual) y el cinturón para portarlo (Figura 6.32d); se evaluaron requerimientos de la Tabla 6.5 que no estuvieran relacionados directamente con abejas (ergonomía, visibilidad, entre otras), debido a que su comportamiento defensivo, y un ambiente del que no se tuviera control total, arriesgaría la integridad física de los presentes. Se pidió entonces a los usuarios que, con su experiencia en remoción, simularan la recolección de abejas en un árbol a una altura aproximada de 4 metros, a la que tenían que llegar por medio de una escalera. Pasados dos minutos, y realizado un cambio de vaso, los usuarios tenían que bajar.

Prototipo	Requerimiento a cumplir									
	Capacidad	Ligereza	Ergonomía	Manufactura	Tiempo de rescate	Tiempo de ensamble	Efectividad	Visibilidad	Desempeño	Usabilidad
Rescate en árbol										
Charolas										
Rampas										
Pruebas internas de funcionalidad										
Boquilla múltiple flexible										
Boquilla recta										
Boquilla múltiple										
Boquilla cono										
Pruebas con bomberos										
Boquilla recta				NA	NA		NA			

Tabla 6.10: Resultados para pruebas de función "Recolección de abejas".



a	b
c	d

 Figura 6.32: a) Utilización de prototipos charolas y rampas para recolección de abejas. b) Pruebas de funcionalidad con boquilla múltiple flexible y resultados. c) Recolección de abejas con boquilla recta y resultados en almacenador abierto. d) Pruebas de usabilidad realizadas por bomberos de vaso con boquilla recta en aspiradora de mano.

Observaciones:

- Fue posible, con cierta dificultad, recolectar abejas al vuelo con la boquilla recta.
- La parte flexible de la boquilla correspondiente se doblaba, bloqueando la fuente de succión.
- La división de flujo en la boquilla múltiple debilitó la capacidad de succión, por lo que muchas abejas no fueron recolectadas.
- Observar el vaso durante la recolección permite saber cuando éste se encuentra lleno y es necesario cambiarlo.
- El tamaño y peso de la aspiradora la hacen portable, pero siempre mantiene una mano ocupada.
- La reducida capacidad de cada vaso hará necesario intercambiarlo tres o cuatro veces para las colmenas que generalmente exterminan.
- En cuanto al cinturón portavasos, los bomberos comentaron que evita el ascenso y descenso para el cambio de recipiente, pero la manipulación es complicada y riesgosa en una escalera.
- Además, añadieron que el cambio de vaso, en el que tiene que desmontarse y montarse la boquilla del vaso lleno y vacío respectivamente, es un proceso complicado.
- Durante la interacción que tuvieron los bomberos sobre la escalera, se notó que su espalda no limita su visibilidad o su movilidad, de hecho el equipo EPRA se porta como una mochila.

Remoción de panales

Una vez que se consiguieron panales de cría y miel, se probaron los diferentes tipos de bastidores: usando los guantes de protección, se preparó cada simulador para almacenar secciones de cera de distintos tamaños en ellos y, una vez colocados, se cerró el prototipo, para finalmente sacudirlo y probar la sujeción de cada alternativa.

Adicionalmente, los contenedores flexible y rígido fueron probados con bomberos (Figura 6.33) con el siguiente protocolo: sin presencia de abejas, se pidió a los bomberos que subieran a la escalera portando los prototipos (cargados con panales). Una vez en el extremo superior, se tenía que extraer los panales y colocarlos en alguna concavidad del árbol, para de nuevo remover los panales y descender con ellos.

Los resultados en conjunto se encuentran registrados en la Tabla 6.11:

Prototipo	Requerimiento a cumplir								
	Capacidad	Ligereza	Ergonomía	Tamaño	Manufactura	Tiempo de rescate	Resguardo	Desempeño	Usabilidad
Pruebas internas de funcionalidad									
Bastidor con cierre a presión									
Contenedor flexible									
Contenedor rígido									
Waffera									
Bastidor con perímetros ajustables									
Pruebas con bomberos									
Contenedor flexible					NA				
Contenedor rígido					NA				

Tabla 6.11: Resultados para pruebas de función "Remoción de panales".



a
b

Figura 6.33 a) Pruebas de usabilidad por bomberos con contenedor flexible: ascenso, recolección y almacenamiento, descenso. b) Uso de contenedor rígido por bomberos: ascenso y descenso de la escalera mientras el simulador es sujetado con una mano.

Observaciones:

- En general, las variantes de bastidor ahorran tiempo, ventaja que no puede ser aprovechada si sólo se dispone de una mano para actuar, siendo un ejemplo el estar en una escalera.
- Respecto a la wafflera, existe la posibilidad de que el bastidor se abra porque no cuenta con un seguro para mantenerse cerrado. Además, el uso de una bisagra en presencia de miel no parece una alternativa viable si se pretende usar por largos periodos de tiempo, varias veces.
- El bastidor de perímetros ajustables funciona para pocos panales, si se requiere cercar más de dos piezas hay que distribuir los sujetadores estratégicamente para que sea posible.
- El área de sujeción en el bastidor de perímetros ajustables no se aprovecha en su totalidad y es necesario dañar las celdas en la periferia del panal para lograr la sujeción.
- Los contenedores rígidos no permiten una libre circulación de abejas.
- Por su manera de portar, el contenedor flexible permite usar ambas manos en otras actividades.
- El material del que fue construido el contenedor flexible podría dañar los panales durante la remoción de otros o en el descenso de la escalera; incluso el simulador podría romperse.
- Sobre el contenedor rígido, el asa requería por completo el uso de una mano para sujetarlo, situación de riesgo al estar en una escalera.

Almacenamiento de panales y abejas

Las pruebas en este caso no fueron tan estrictas como las anteriores; se consideró más relevante la recolección de abejas y panales, donde el tiempo de acción representa el éxito en la captura de la mayoría o la totalidad de la colonia (sin el FFN que las paralice, las abejas pueden huir). El objetivo principal de estas pruebas fue la exploración para mejorar el uso del espacio y adaptar la capacidad de los dispositivos de almacenamiento según el tamaño de la colonia a rescatar (Tabla 6.12).

Prototipo	Requerimiento a cumplir									
	Capacidad	Ligereza	Ergonomía	Tamaño	Manufactura	Tiempo de ensamble	Resguardo	Usabilidad	Acústica	
Colmenas apilables										
Bastidores ensamblables										

Tabla 6.12: Resultados para pruebas de función "Almacenamiento de panales y abejas"

Observaciones:

- Volver apilables los contenedores facilita el almacenamiento, pero su capacidad no es variable, a diferencia de los bastidores ensamblables.
- Es necesario realizar pruebas para evaluar la posibilidad de que las abejas se trasladen del vaso almacenador a la colmena apilable, así como el tiempo que esto tomaría.
- El problema de manufactura en los bastidores es debido a la adición del riel para su ensamble.
- El uso de rieles en objetos que estarán en frecuente contacto con miel y cera puede representar dificultades de ensamble a largo plazo.

6.9.3 Evaluación y selección de conceptos

Con el fin de obtener al simulador con el mejor desempeño según los requerimientos bajo los cuales fue evaluado, se realizaron matrices de decisión para las tres actividades en las que se ha dividido el rescate y se ha diseñado hasta el momento (Tablas 6.10-12). Por la necesidad de tener en esta ocasión valores cuantitativos, se combinaron dos aspectos para su obtención: primeramente los resultados que obtuvo cada modelo se tradujeron de la escala cromática a aquella numérica descrita al inicio del apartado 6.9.2; los pesos por los que fue multiplicada cada categoría serán aquellos presentados en la Tabla 6.3.

Requerimiento evaluado	Peso	Simuladores probados internamente												Simulador probado con bomberos	
		Charolas		Rampas		Boquilla múltiple flexible		Boquilla recta		Boquilla múltiple		Boquilla cono		Boquilla recta	
		Valor asignado	Producto												
Capacidad	5	2	10	1	5	1.5	7.5	1.5	7.5	1.5	7.5	1.5	7.5	0.5	2.5
Ligereza	4	1.5	6	2	8	0.5	2	2	8	1	4	2	8	1.5	6
Ergonomía	4	0	0	0.5	2	2	8	1.5	6	1	4	0.5	2	1.5	6
Manufactura	2	1	2	1.5	3	0.5	1	2	4	1	2	1	2	NA	0
Tiempo de rescate	5	0	0	0	0	0.5	2.5	2	10	1	5	0	0	NA	0
Tiempo de ensamble	3	1.5	4.5	1	3	0.5	1.5	2	6	1	3	1.5	4.5	NA	0
Efectividad	5	0	0	0.5	2.5	1	5	2	10	1	5	0	0	1.5	7.5
Visibilidad	4	1	4	0	0	0.5	2	2	8	1.5	6	0.5	2	NA	0
Desempeño	3	1	3	1	3	0.5	1.5	1.5	4.5	1	3	0.5	1.5	2	6
Usabilidad	3	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	1	3
Total			35.5		32.5		37		70		45.5		33.5		31

Tabla 6.13: Matriz de decisión para función "Recolección de abejas".

Requerimiento evaluado	Peso	Simuladores probados internamente										Simuladores probados con bomberos			
		Bastidor con cierre a presión		Contenedor flexible		Contenedor rígido		Waflera		Bastidor con perímetros ajustables		Contenedor flexible		Contenedor rígido	
		Valor asignado	Producto												
Capacidad	5	1	5	1.5	7.5	1.5	7.5	1	5	0.5	2.5	2	10	1.5	7.5
Ligereza	4	1	4	2	8	1.5	6	1	4	1	4	2	8	2	8
Ergonomía	4	1.5	6	2	8	2	8	1.5	6	0	0	1.5	6	1	4
Tamaño	4	1	4	1.5	6	1.5	6	1	4	1	4	1	4	1	4
Manufactura	2	0.5	1	1	2	0.5	1	0.5	1	0	0	NA	0	NA	0
Tiempo de rescate	5	1.5	7.5	1.5	7.5	2	10	1.5	7.5	0.5	2.5	1.5	7.5	1.5	7.5
Resguardo	3	2	6	1	3	1.5	4.5	1	3	0.5	1.5	0.5	1.5	1	3
Desempeño	3	1.5	4.5	1.5	4.5	1	3	1.5	4.5	0	0	1.5	4.5	1.5	4.5
Usabilidad	3	2	6	2	6	2	6	2	6	0.5	1.5	2	6	2	6
Total			44		52.5		52		41		36		47.5		44.5

Tabla 6.14: Matriz de decisión para función "Remoción de panales".

Requerimiento evaluado	Peso	Simuladores probados internamente			
		Colmenas apilables		Bastidores ensamblables	
		Valor asignado	Producto	Valor asignado	Producto
Capacidad	5	1	5	2	10
Ligereza	4	1	4	1.5	6
Ergonomía	4	1	4	1	4
Tamaño	4	1	4	1.5	6
Manufactura	2	1	2	0.5	1
Tiempo de ensamble	5	1	5	1.5	7.5
Resguardo	3	1	3	1	3
Usabilidad	3	1	3	1	3
Acústica	4	1	4	1	4
Total			34		44.5

Tabla 6.15: Matriz de decisión para función "Almacenamiento de panales y abejas".

Selección de conceptos

De los resultados para la recolección de abejas, la configuración de boquilla recta fue la que obtuvo los mejores resultados. Debido a que en segundo puesto la mejor boquilla fue la de tipo múltiple, el concepto sería tomado en cuenta pero con un giro: el término múltiple referiría a la existencia de más de una boquilla o a la adaptabilidad que ésta podría tener para, tomando en cuenta las observaciones de esta categoría, acceder a una amplia diversidad de espacios.

En cuanto a la remoción de panales, se consideró un empate entre los contenedores flexible y rígidos que, comprobado con las buenas puntuaciones y comentarios de bomberos y el análisis del equipo, tienen características tales para que puedan ser utilizados en escenarios extremos, donde es vital tener libertad en ambas manos.

Finalmente, para el almacenamiento de panales y abejas, el concepto de bastidores ensamblables fue el ganador: el equipo de nueva cuenta aprovecharía el término ensamblable para hacer que el recipiente tenga que ser armado en poco tiempo para ser funcional, de tal manera que se aproveche el poco espacio que podría haber para transportar la mayor cantidad de equipo.

6.9.4 Pruebas para validación de experiencia y resultados

Comprobada la viabilidad funcional y de construcción para los simuladores, el equipo notó la falta de información sobre el verdadero interés de los apicultores en un proyecto para el rescate de colmenas urbanas. Mientras en C1 se conocieron algunas de las limitantes de los productores nacionales, C2 permitió contrastar nacional e internacionalmente el contexto de la apicultura: en el primero hay una contradicción entre el descenso de colonias y el exterminio de aquellas en la

ciudad por parte de bomberos, en tanto que para el segundo existen asociaciones con décadas de experiencia en la recolección de enjambres; incluso en algunos países ya se practica la apicultura urbana y se han comprobado sus beneficios, cuyos detalles se mostraron en el presente C3.

Si se plantea a los apicultores de México un servicio para la adquisición de colmenas urbanas rescatadas: ¿Estarían interesados?, ¿Tienen tecnología suficiente para ser informados al respecto?, ¿Estarían dispuestos a viajar largos trayectos para conseguir colmenas muy probablemente más grandes que un núcleo, y a un precio menor? Para contestar éstas y más preguntas, se aplicó una encuesta que fue resuelta por 65 apicultores, provenientes de 20 estados de la República.

De los resultados mostrados a continuación (la mayoría favorables), se comprobó que más del 50% de los encuestados se trasladarían al menos dos horas para conseguir una colmena y, además, consideran que la salud de una urbana es igual o incluso mejor a la de una rural. Adicionalmente, el 90% de las respuestas afirmaron interés sobre recibir información de colonias en las cercanías; más del 75% cuenta con *smartphone* y arriba del 65% navega en internet diario.

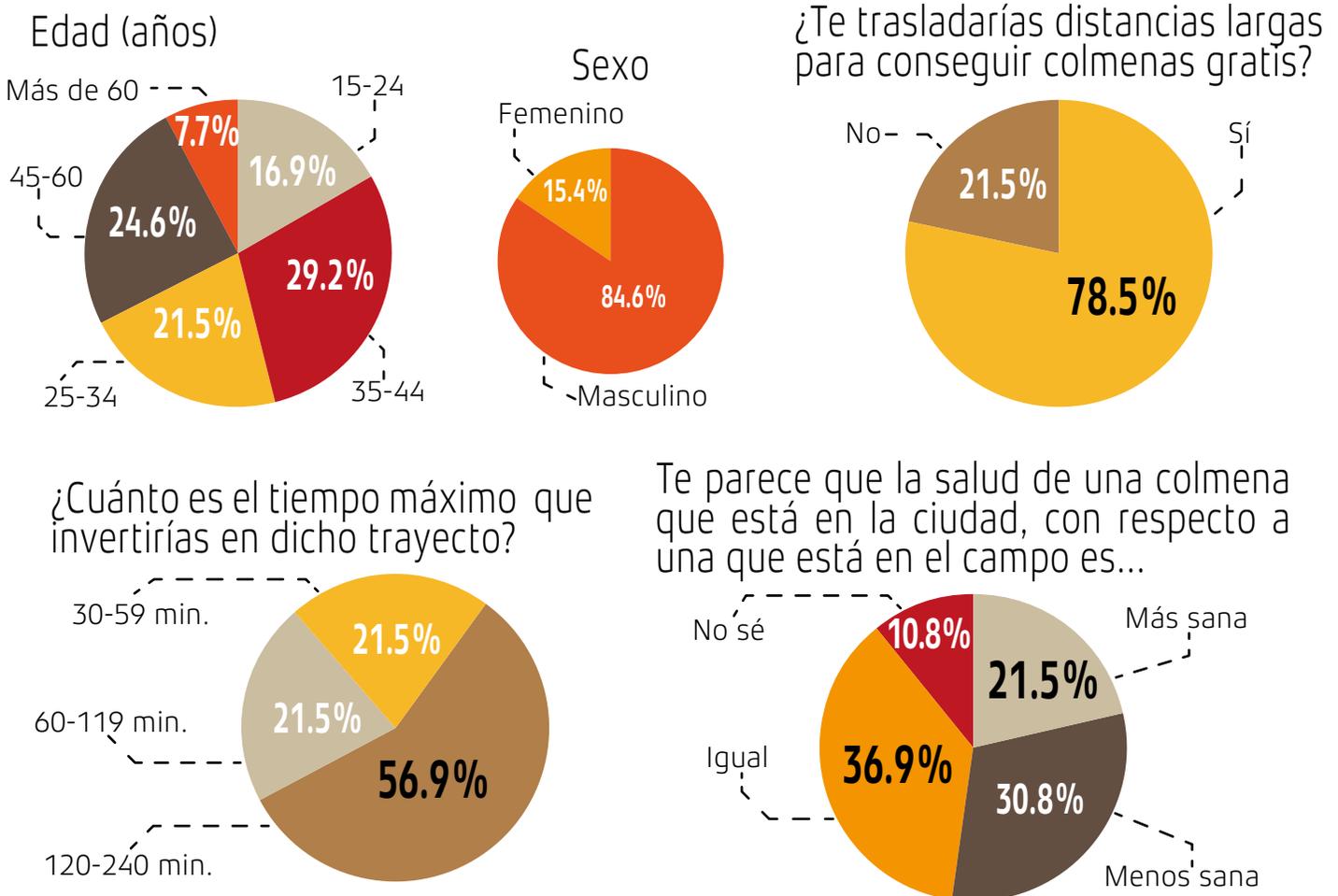
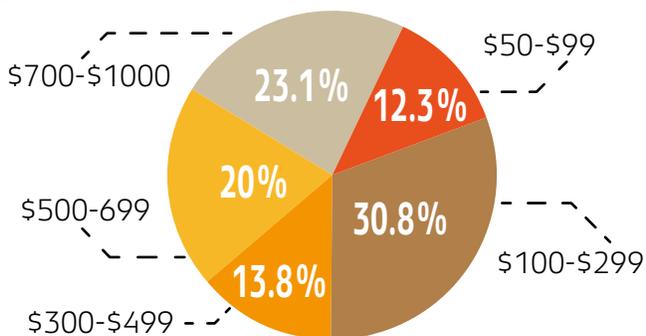
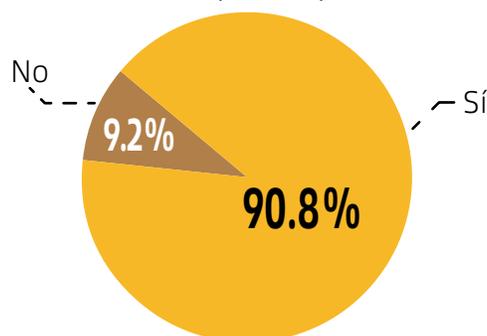


Figura 6.34 Preguntas de encuesta a apicultores y resultados, 1 de 2.

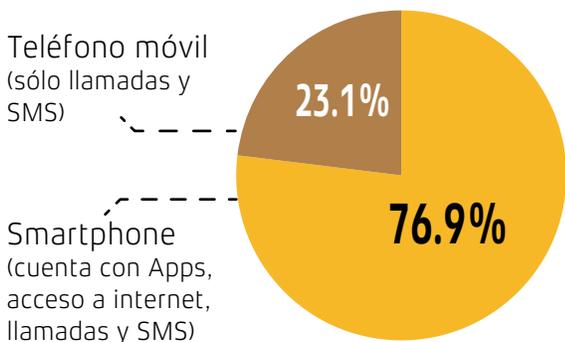
¿Cuánto consideras que es una cuota justa de recuperación por una colmena?



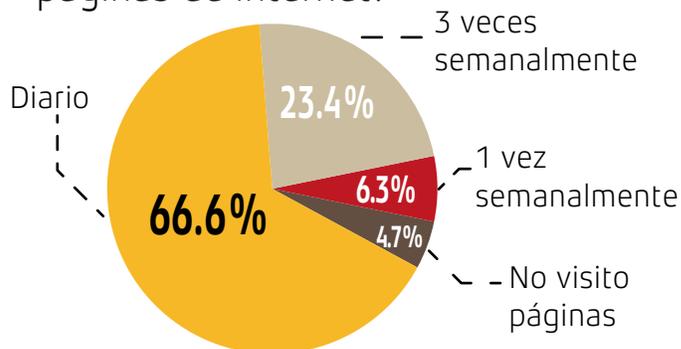
Te interesaría ser informado sobre la ubicación de colmenas cercanas a ti, para quedártelas?



¿Con qué tipo de celular cuenta?



¿Con qué frecuencia visitas páginas de internet?



¿Cuáles de estas apps tienes instaladas en tu smartphone

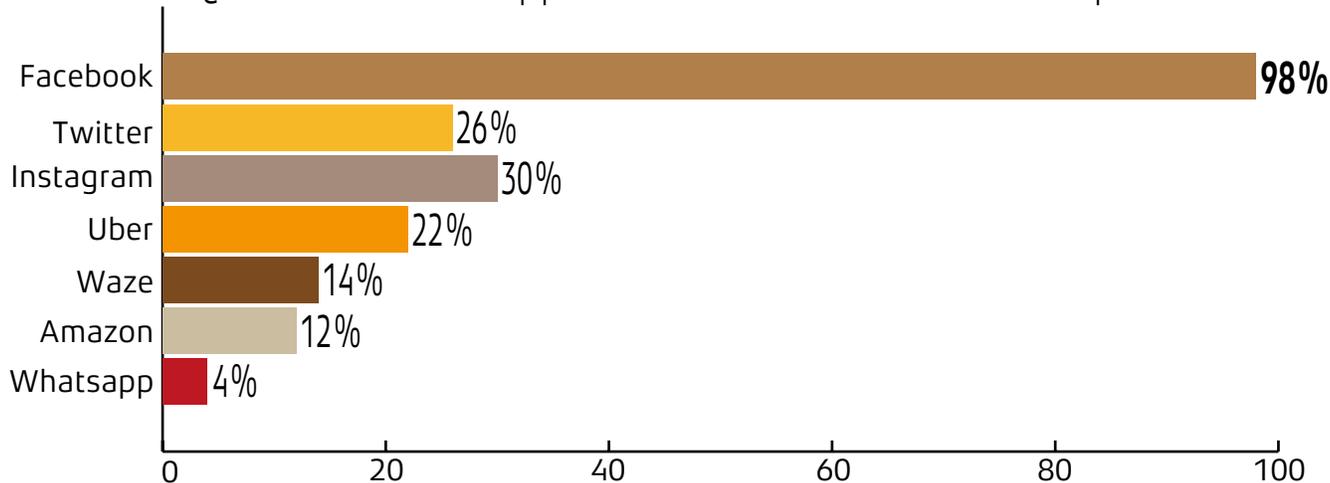


Figura 6.34 Preguntas de encuesta a apicultores y resultados, 2 de 2.

6.10 Concepto de productos y servicio final

Después de conjuntar los diferentes resultados obtenidos y complementarlos con las observaciones correspondientes para consolidar los diferentes elementos que componen lo que sería la solución final se llegó a la creación de Bee Hero: un servicio destinado al rescate y reubicación de las colmenas silvestres que habitan en la Ciudad de México, permitiendo que éstas sean recuperadas y aprovechadas por apicultores de la región.

Debido a que en las investigaciones realizadas no se comprobó la existencia de equipo que permita la recolección de todos los diferentes componentes en una colonia apícola (abejas adultas, panales de cría y melarios), se ha ideado un conjunto de dispositivos que permitan salvarlos y manejarlos de manera rápida, efectiva y segura para los involucrados. Junto con la creación de dichos productos especializados, y retomando lo mencionado en la sección 6.5 sobre la poca efectividad de Efecto colmena y los bomberos por falta de una logística, se planteó un protocolo de operación para asegurar el éxito de rescate en cada colmena reportada y, por supuesto, que permita cumplir con el impacto ambiental, económico y social que daría sustentabilidad a Bee Hero. Ambos, la conceptualización de los productos y el funcionamiento del servicio, serán descritos a continuación.

Productos

Recolector de abejas

Diseñando con base en aquel escenario extremo donde es necesario subir una escalera para alcanzar el enjambre que se encuentra a cierta altura, considerando un aumento en su capacidad para reducir la cantidad de cambios (y con ello el número de veces que el rescatista tiene que bajar para realizarlos), junto con la portabilidad adecuada para no limitar críticamente el campo de visión, manipulación durante su uso y con ello el tiempo de rescate, se pensó en un dispositivo capaz de recolectar abejas adultas, formado por dos sistemas intercomunicados: succión y almacenamiento (Figura 6.35).

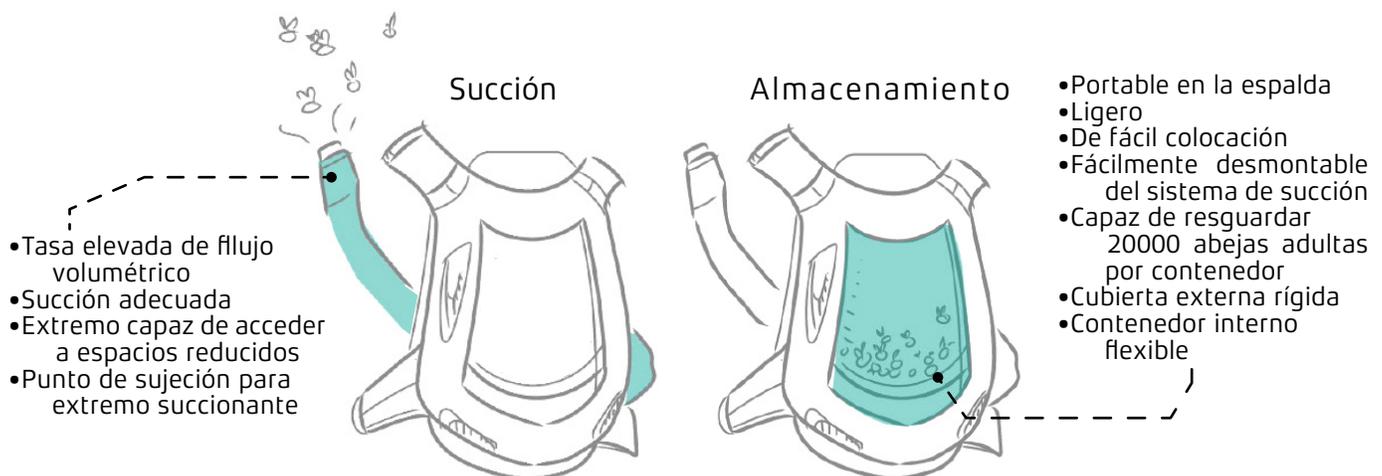


Figura 6.35 Principales características de propuesta conceptual para recolector de abejas.

Contenedor de panales

Basados en el mismo escenario descrito anteriormente, pero enfocado esta vez en los panales, que es donde yacen las siguientes generaciones de abejas adultas y los diferentes compuestos que las obreras fabrican para su supervivencia, se ideó un contenedor que puede ser portado en el cuerpo del rescatista, con la rigidez suficiente para resistir los impactos que pueden ocurrir durante la remoción de celdas o mientras se transportan una vez terminado el rescate. Además, cuenta con la sujeción interna necesaria para que las celdas de cría y miel no se dañen ni se muevan, con la capacidad de almacenar los panales correspondientes a 20000 abejas (Figura 6.36).

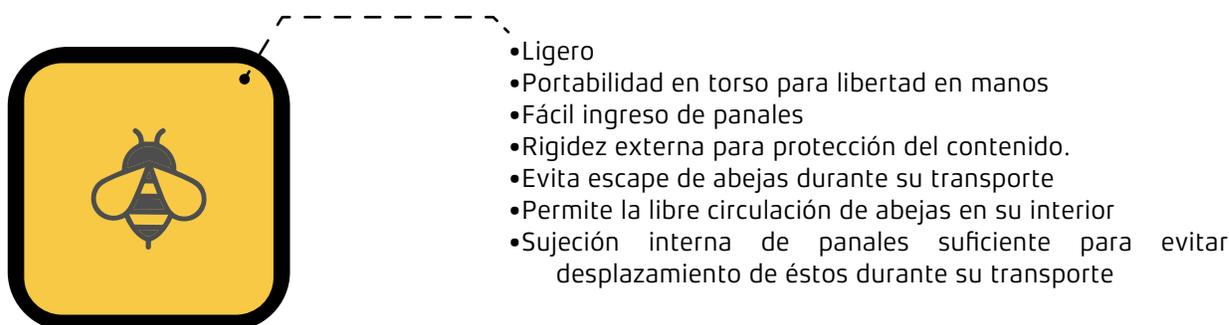


Figura 6.36 Principales características de propuesta conceptual para contenedor de panales.

Módulo inteligente de espera

Previo a la reubicación de la colmena, este dispositivo permite detectar la presencia de un nuevo rescate apícola, almacenándolo de manera segura mientras éste se reunifica, ya que abejas y panales fueron separados durante su salvamento y esta situación no puede perdurar mucho tiempo. Provee además un ambiente aislado de ruido y con condiciones de temperatura y humedad óptimas para la supervivencia de los individuos que resguarda (Figura 6.37).

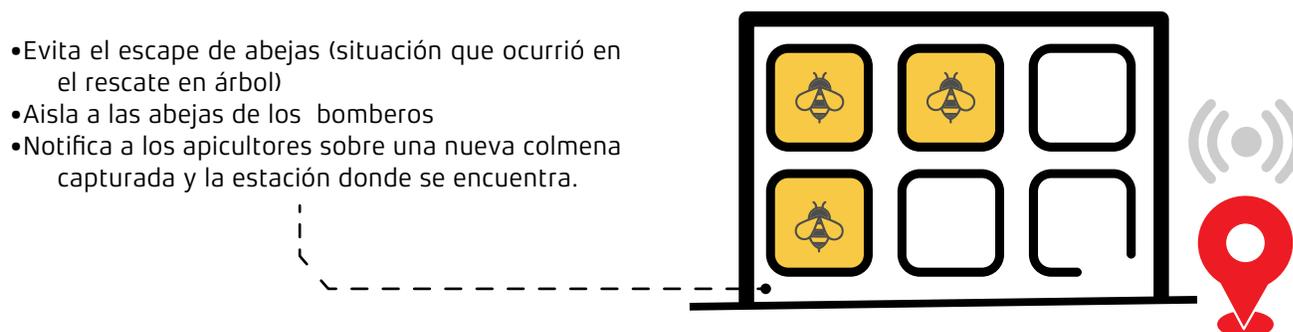


Figura 6.37 Principales características de propuesta conceptual para módulo inteligente de espera.

Logística del servicio

Junto con los dispositivos recién descritos, Bee Hero propone también una logística de operación para que las colmenas sean reubicadas de la manera más efectiva y segura posible, con la intervención que distintos actores cumplen a lo largo de las cuatro etapas principales que conforman el servicio:

- **Capacitación** sobre el uso adecuado del equipo de rescate y el orden de las actividades.
- **Ubicación** geográfica de las colmenas urbanas en la Ciudad de México.
- **Rescate** que permite recolectar los diferentes elementos de una colmena, separándolos y distribuyéndolos adecuadamente para su transporte y que, durante su realización, involucra un cambio de paradigma para los presentes.
- **Reubicación** de la colmena unificada por parte de profesionales, en un espacio adecuado territorialmente y permitido legalmente.

Ya que estas actividades son realizadas en distintos momentos y lugares, es necesario que los diferentes actores estén comunicados para asegurar la continuidad del servicio y se logre el éxito en los rescates. Para lo anterior, se propone entonces una plataforma digital para *smartphone*, misma que recibe los rescates y notifica al respecto a los interesados que reubicarán las colmenas. Las interconexiones entre los usuarios, las etapas y los productos que componen a Bee Hero se muestran en la Figura 6.38.

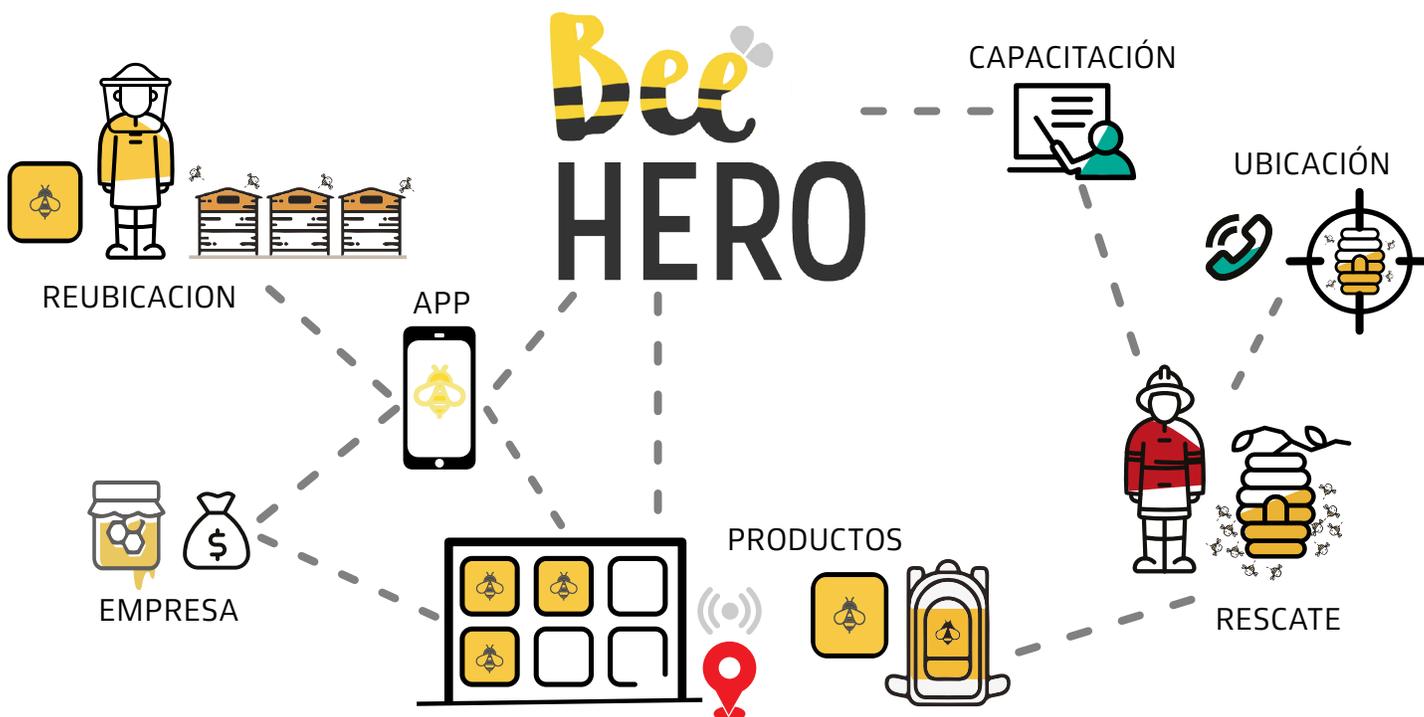


Figura 6.38: Etapas, productos, usuarios y su interrelación en Bee Hero.

Sobre los actores que participan en Bee Hero, este servicio está conformado por 4 usuarios: dos activos y dos pasivos. Sobre los primeros, que interactuarán directamente con los productos y cuyas acciones producen efectos relevantes, serán los bomberos y los apicultores, en tanto que los segundos serán los ciudadanos y las abejas. Se eligió a los ciudadanos porque de ellos se reciben miles de llamadas anuales, para las cuales sólo los bomberos tienen el suficiente equipo y distribución en la Ciudad de México, junto con aptitudes para ser capacitados en la realización de rescates. Finalmente, por su experiencia en la crianza apícola, porque cuentan con los medios necesarios para mantenerse informados y el espacio adecuado y suficiente, se seleccionaron a los apicultores registrados en el padrón de SAGARPA como participantes concluyentes. La comunicación entre los tres usuarios anteriores estará dada por dos canales, uno existente y otro que será creado por medio de la aplicación (Figura 6.39).

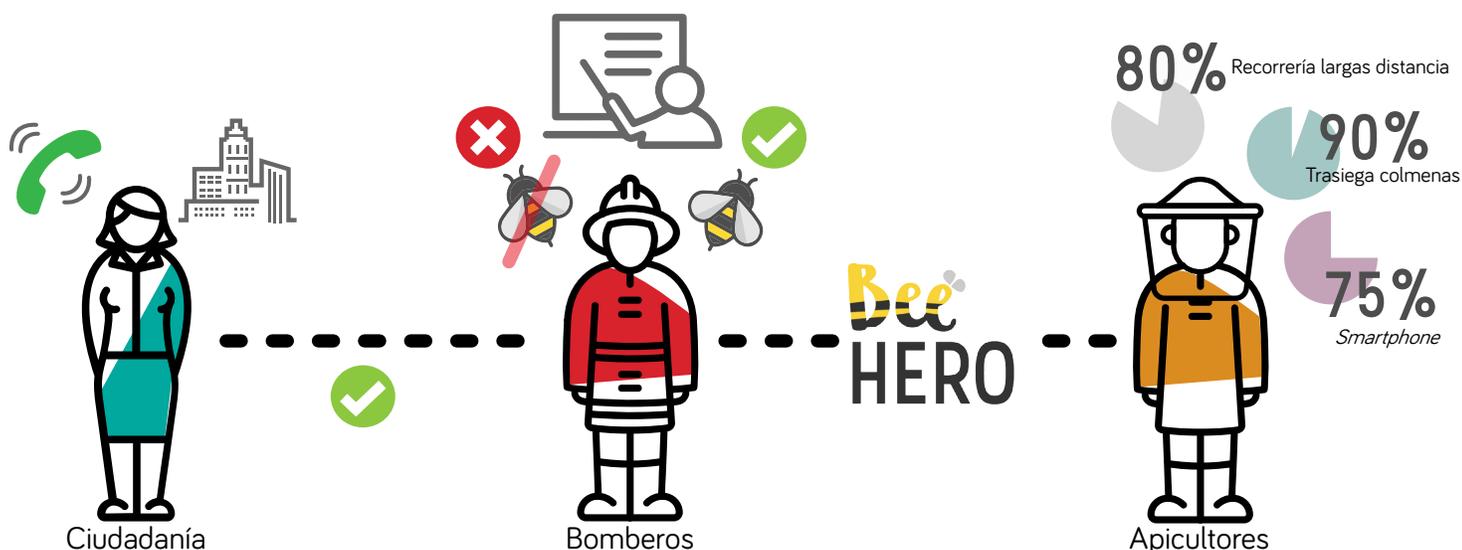


Figura 6.39 Usuarios héroes del servicio, sus características y canales de comunicación: ciudadanía-bomberos (existente) y bomberos-apicultores (creado por Bee Hero).

El servicio comienza cuando la ciudadanía aviste una colmena y la reporte a los bomberos (Figura 6.40), quienes al llegar al domicilio (ya estando capacitados) descargarán el equipo de rescate diseñado para, en primera instancia, recolectar el enjambre y aislarlo de los panales que, terminada esta actividad, serán almacenados en su contenedor correspondiente. Cabe destacar que durante el salvamento, y con el grado de seguridad de los productos, los civiles podrán presenciar (a una distancia acorde a las normas de bomberos) que las colmenas ahora son salvadas, lo que cambiará a partir de ese momento el objetivo de sus llamadas relacionadas con abejas. Concluido esto, los bomberos regresarán a su estación de origen y colocarán primero el almacenador de panales al interior del módulo inteligente que, tras cerrarse, será conectado con el recolector de abejas, de donde las abejas se trasladarán al primero buscando la cera.

Paralelo al término de la etapa de rescate, aquella de reubicación comenzará cuando los panales sean ingresados en el módulo de espera: mediante una conexión a internet, se notificará a los apicultores registrados en la aplicación para smartphone que una colmena ha sido rescatada.

Una vez pagada la cuota de recuperación y cedidos los derechos de la colmena, el profesional interesado podrá acudir a la estación donde se informó que está la colonia para trasladarla a su apiario, donde podrá criarla para aumentar su producción. Adicionalmente, si existieran colmenas que no sean adquiridas por apicultores pasado un periodo de tiempo, éstas serán domesticadas por un área de Bee Hero enfocada en la crianza apícola.

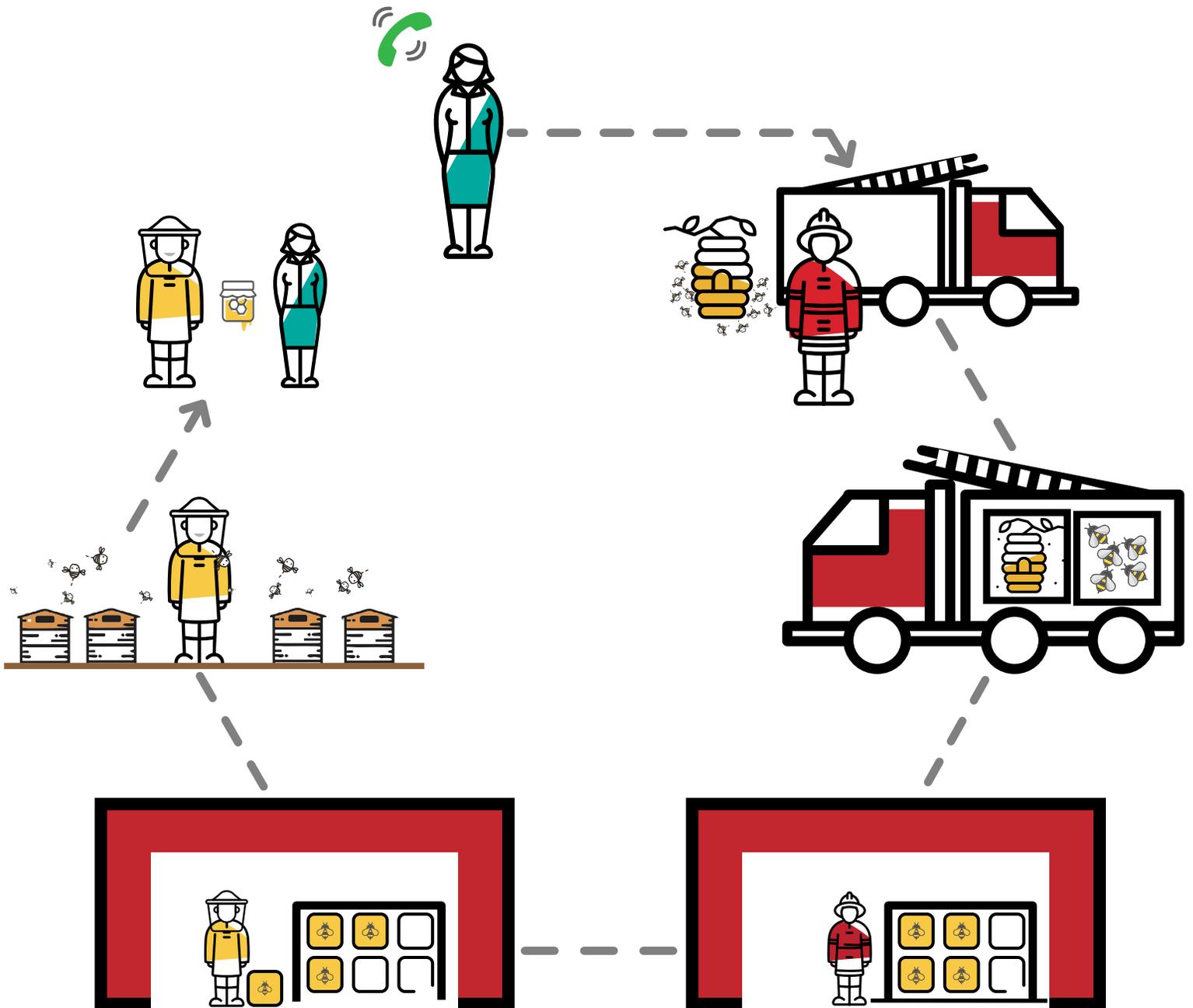


Figura 6.40 Representación general del servicio Bee Hero.

6.11 Síntesis de conclusiones y hallazgos del ciclo

De acuerdo a las investigaciones, prototipados y resultados a lo largo del ciclo se obtuvieron los siguientes hallazgos y conclusiones:

Hallazgos

- No existe, o no se encontró, equipo especializado para la remoción de colmenas completas.
- SAGARPA cuenta con programas que estimulan la creación de tecnología que, para el caso presente, aumente la producción de apicultores nacionales.
- El grado de conciencia en otros países (principalmente europeos) sobre la importancia de las abejas es tal, que ya se practica la apicultura dentro de las ciudades.
- Se notó que aquellos ciudadanos donde se realizaron los rescates han aprendido a convivir con las abejas (algunos incluso superando una década de tiempo) sin que ocurriera altercado alguno. Hicieron el reporte correspondiente para evitar que "su crecimiento se saliera de control".
- Justamente el tipo de habitantes anteriores estaba interesado en conservar la colmena, pero no estaban dispuestos a practicar la apicultura de manera profesional.
- Se desconocía que los bomberos realizaban rescates de colmenas en años anteriores.
- Los apicultores están más comunicados de lo que se pensaba, la mayoría cuenta con un *smartphone* y navega en internet todos los días. Además, muchos están dispuestos a viajar durante cuatro horas para conseguir colmenas y darían una cuota de recuperación por ellas.

Conclusiones

- Se comprobó la posibilidad que tiene Bee Hero de no sólo ser un conjunto de productos, sino también un servicio que impacte de manera social, ambiental y económica.
- Además, se comprobó que es posible desarrollar productos que permitan el rescate, no sólo de las abejas adultas que conforman una colmena, sino de los panales donde éstas habitan.
- Junto con lo anterior, se verificó el interés que los apicultores tienen para un servicio de reubicación de colmenas, utilizando como medio de comunicación una aplicación para *smartphone*.
- Económicamente hablando, Bee Hero puede obtener ingresos no sólo de la venta de las colmenas, sino de la capacitación necesaria para la utilización de los dispositivos o inclusive, a largo plazo, por la asesoría y monitoreo de colmenas urbanas.
- No es posible, o al menos para los alcances de Bee Hero en este documento, prescindir del equipo de protección para la realización de rescates. A pesar de que sus materiales dificultan movimientos finos y delicados, se comprobó que es posible desarrollar productos que

compensen estas deficiencias.

- Con el fin de mejorar el funcionamiento de los simuladores construidos, se requiere utilizar a éstos en condiciones menos controladas, con más obreras y en presencia de sus panales.
- La insuficiente concientización de la ciudadanía sobre la importancia de las abejas, la desinformación que las generaciones mayores tienen sobre la africanización (que ha provocado un miedo infundado sobre las menores) y las leyes de fomento apícola actuales en el país, fueron condiciones que no permitieron a Bee Hero ser desarrollado sobre apicultura urbana.
- Retomando la información en C1 sobre enfermedades propias de las abejas, y sabiendo que en Bee Hero se transportarán especies vivas que más tarde los apicultores integrarán con las colmenas de sus apiarios, se considera necesario conocer el porcentaje de presencia patológica en dichas colonias, así como los tratamientos necesarios en tiempo y forma.

6.12 Realimentación

Como parte de la presentación y cierre de ciclo, el resto de los equipos junto con los profesores-asesores expusieron sus comentarios respecto al proyecto, resultando lo siguiente:

- El concepto del proyecto, sus objetivos y funcionamiento fueron más claros.
- Es necesario trabajar en el plan de negocios, ya que no es muy claro el origen de los ingresos y, con ello, la sustentabilidad del servicio.
- Es recomendable explorar otras fuentes de ingresos, para no obtenerlos necesariamente de una dependencia gubernamental.
- Se requiere profundizar más e investigar sobre las ganancias que se podrían obtener mediante el servicio.
- Investigar sobre aquellas cuestiones legales que pueda involucrar el funcionamiento del servicio.

A wooden prototype of the text "Bee HERO" is shown on a circular base. The word "Bee" is in a cursive font, and "HERO" is in a bold, sans-serif font. The letters are made of light-colored wood and are arranged in two rows. The entire assembly is set within a faint circular outline on a light-colored surface.

Bee
HERO

7.0 CICLO 4:

Prototipo

7.1 Diagrama de Gantt de ciclo

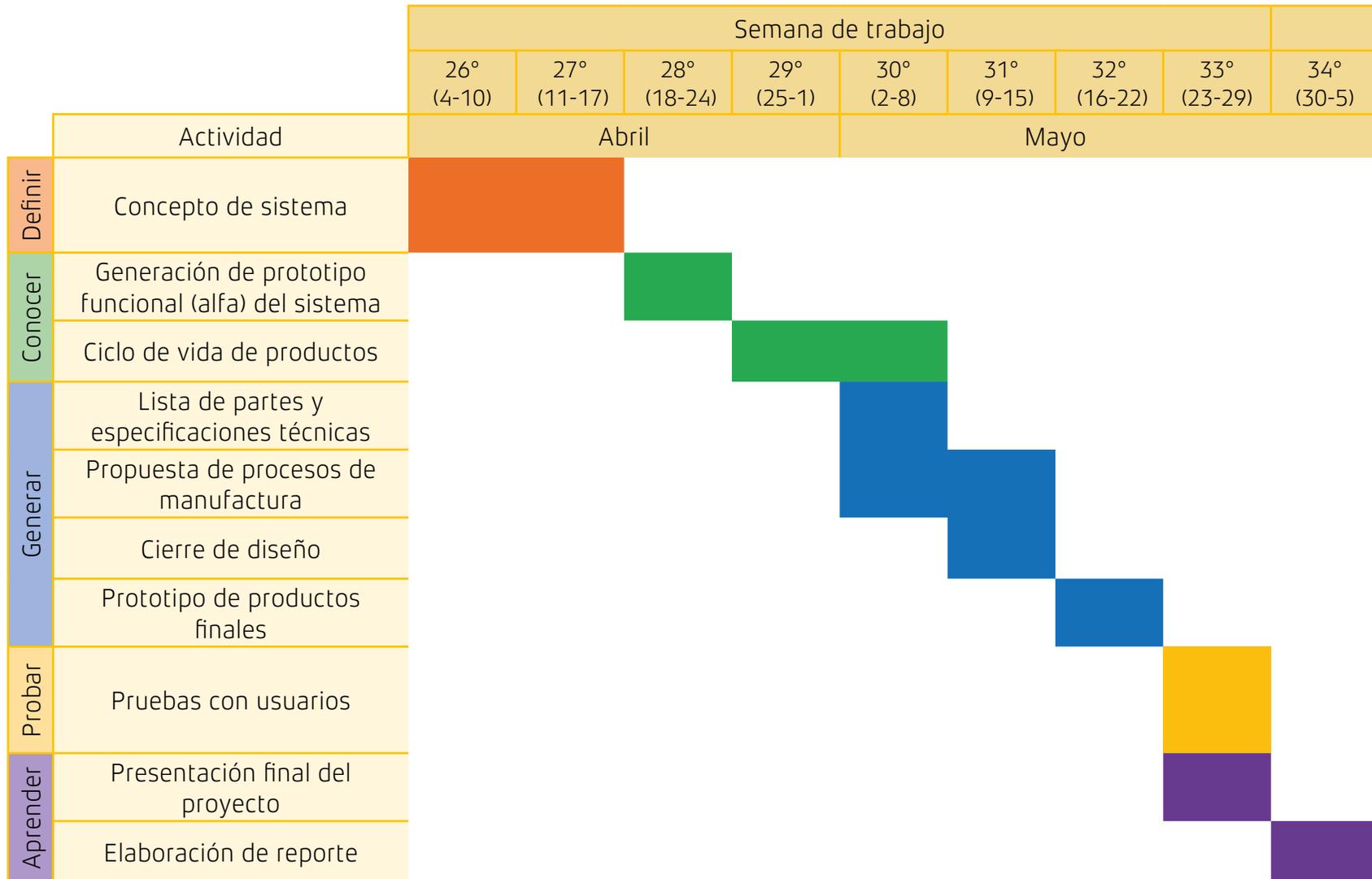


Tabla 7.1: Diagrama de Gantt para C4.

Es en esta iteración que, como queda indicado en el nombre de capítulo, se desarrollaron las características específicas de la solución final sobre los productos y el servicio que conforman Bee Hero. Retomando las conclusiones y realimentación del capítulo anterior se presentarán, a manera de la etapa conocer, las pruebas que el equipo consideró faltantes para comprobar, en un escenario más real, el funcionamiento de los simuladores que fueron desarrollados pero que, por cuestiones de seguridad, se realizaron en C3 de manera interna y con una pequeña cantidad de abejas vivas. Se detallará también, a partir de los resultados obtenidos, la selección de componentes más adecuados para el correcto desempeño de los prototipos finales. No olvidando el aspecto económico, se presentará el desarrollo con mayor detalle del modelo de negocios y el análisis financiero que permitieron determinar la viabilidad del proyecto.

7.2 Alternativas de simuladores para productos

Debido a la complejidad que involucra cada uno de los tres productos propuestos conceptualmente y por el tiempo disponible con que se contaba, se decidió desarrollarlos en diferentes niveles de prototipado. Por la importancia que se ha hecho notar sobre una correcta recolección de abejas y panales para asegurar un rescate eficiente y un correcto traslado posterior en el proceso de Bee Hero, se decidió continuar con la construcción de los simuladores enfocados en estas actividades.

En cuanto al módulo de espera, aunque no se desarrolló de una manera física, se realizaron las pruebas necesarias para verificar que el tiempo de reunificación de la colmena no superaría el invertido por un apicultor para acudir a la estación de bomberos donde ésta se encuentre; se compite principalmente con el trasiego por atrayentes, donde el practicante experto espera al menos un día para el traslado a una colmena doméstica.

Recolector de abejas

Para este dispositivo se construyeron dos alternativas de una propuesta que el equipo generó después de analizar los resultados de C3, en cuya conceptualización de productos se ilustró a manera de una mochila. Tomando como referencia el equipo EPRA que los bomberos utilizan para asistir la obtención de oxígeno y observando que durante las pruebas el dorso del bombero se encontraba libre, se decidieron construir los recolectores de abejas a manera de una mochila aspiradora.

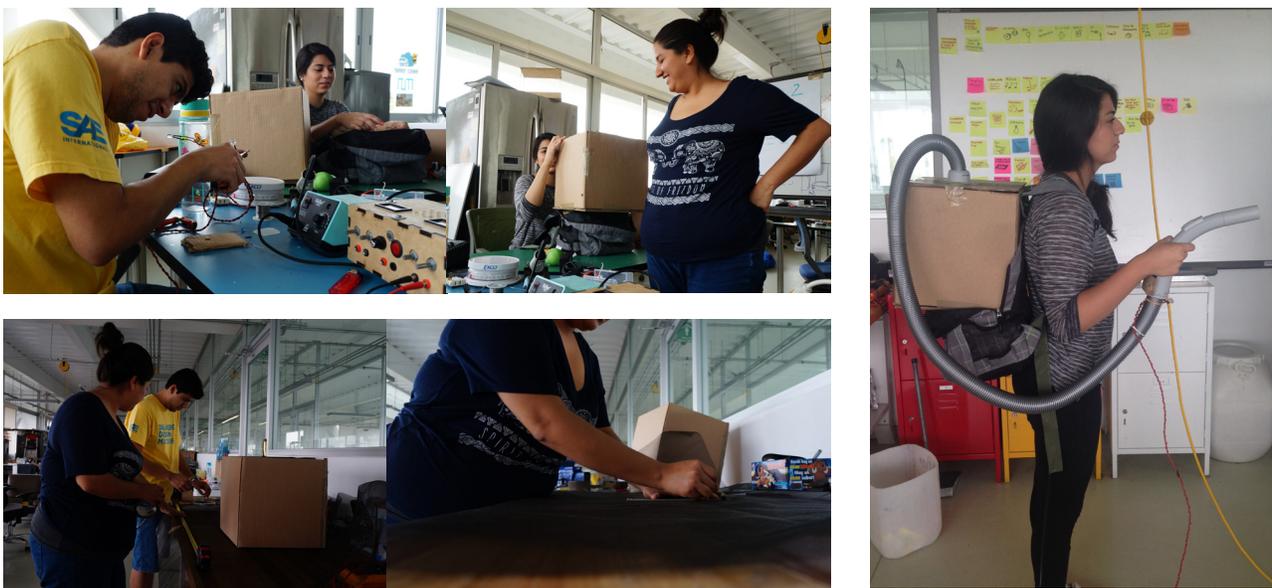
Previo a su construcción, se establecieron como características comunes aquellas que representan a las especificaciones y que por tanto debían estar presentes; como variables se propusieron aquellos elementos que permitieran portar, rescatar o manipular con mayor o menor facilidad, de tal manera que al ser probados se obtuvieran aquellas variantes mejor puntuadas por los usuarios.

Sobre las características comunes, ambos recolectores fueron diseñados para almacenar idealmente hasta 20000 individuos, considerando a cada uno como un prisma rectangular de 0.015x0.01x0.005 m. [102], lo que requeriría 0.03 m³ para contenerlos internamente y un cubo de 0.5 m. por lado como cubierta rígida. Adicionalmente, estos simuladores cuentan con tres puntos de sujeción (dos superiores y uno inferior) donde el bombero colocaría la boquilla de la manguera; en cuanto a la masa, y teniendo como un límite superior el del equipo EPRA cargado con una botella de oxígeno de cinco litros (13 kg de los cuales tres son debidos al arnés), se colocaron lastres que representaran el peso del motor (1.9 kg), el de las abejas (2.5 kg), y el de dos baterías de polímero de Litio (LiPo) de seis celdas (0.8 kg cada una), dando un total de seis kilogramos.

Respecto a las diferencias en cada recolector, se construyó cada uno (Tabla 7.2 y Figura 7.1) alternando su sujeción, la forma en que se alertaría sobre la capacidad máxima alcanzada en el contenedor interno, la posición del botón de encendido o el tipo de manguera que sería utilizado, destacándose en la siguiente tabla y representándose gráficamente en la Figura 7.2:

Recolector	Variables					
	Sujeción	Alerta de llenado	Sujeción con broche	Botón encendido/apagado	Tipo de botón	Tipo de manguera
Recolector 1	Hombros	Auditiva	Hombros	Lumbar	Con enclavamiento	Retráctil sin esquinero
Recolector 2	Hombros + lumbar	Visual	Lumbar	Boquilla de succión	Sin enclavamiento	Longitud fija con esquinero

Tabla 7.2: Tipos de recolectores y características.



a
c

b Figura 7.1: a) Construcción de recolector 1. b) Vista lateral de recolector 1 portado por integrante del equipo. c) Construcción de recolector 2.

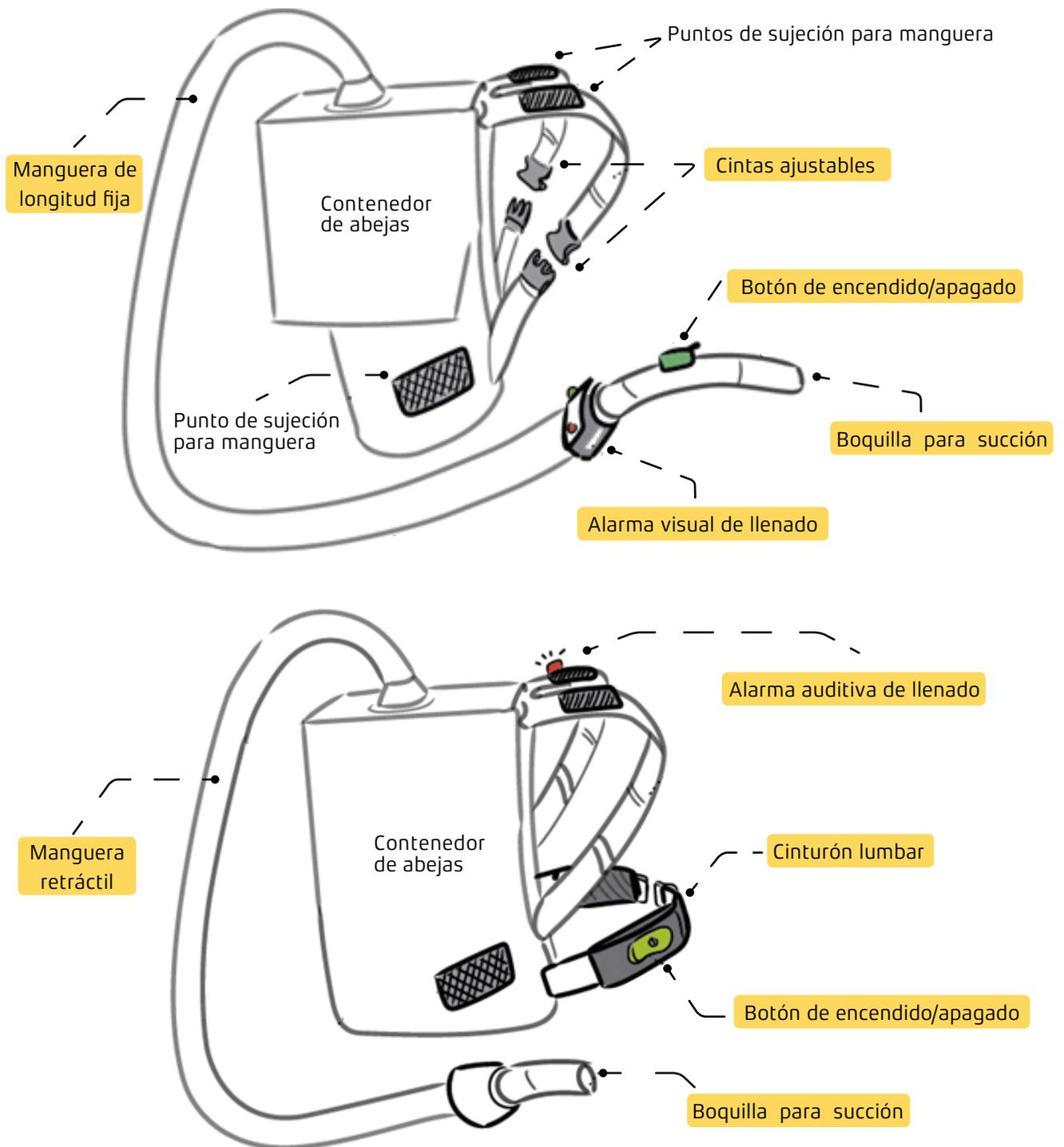


Figura 7.2: De arriba a abajo: Recolector de abejas 1 y 2.

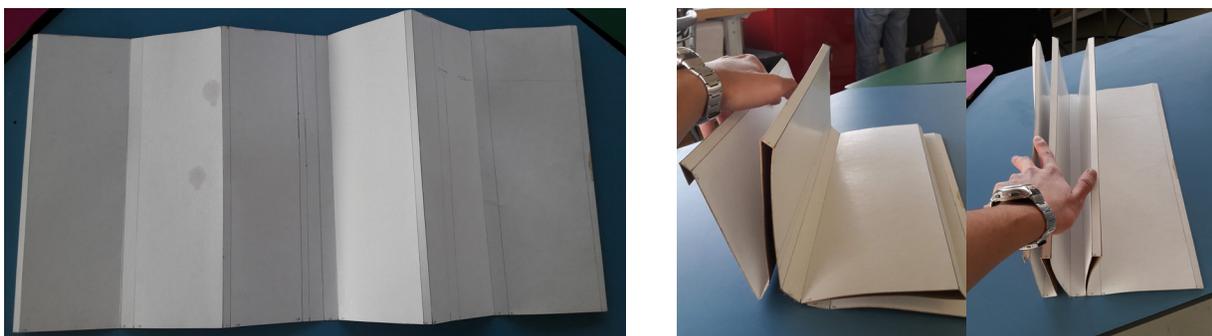
Contenedor de panales

Dando continuidad a la realimentación de los bomberos durante las pruebas y a las conclusiones del equipo (vertidas en la propuesta conceptual), se realizó una nueva iteración de simulador para resolver el escenario crítico de remoción de panales sobre una escalera. Ya que los modelos anteriores sólo cubrían la función de almacenar, se realizó una nueva investigación sobre recipientes: observar sus configuraciones permitieron al equipo comenzar a solucionar las actividades de construcción (Figura 7.3a), apertura y cierre del contenedor (Figura 7.3b) y sujeciones pertinentes para la reducida maniobrabilidad durante el rescate (Figura 7.3c).

Al observar los productos encontrados se pensó en yuxtaponer aquellas características efectivas para los objetivos presentes, generándose un producto rígido, de fácil sujeción y con un cierre estable; a excepción de su interior: los productos no contaban con compartimientos internos para sujetar estructuras débiles como los panales. Fue entonces que, considerando como un óptimo que el sujetador fuera una sola pieza y de volumen reducido, se ideó una estructura tipo acordeón con una hoja de cartoncillo que fue doblada según dos intervalos de distancia, una correspondiente a la altura del panal y otra al espesor de éste (Figura 7.4).



a **b** **c** Figura 7.3: a) Ejemplo sobre contenedor plegable para reducción de volumen útil [103,104]. b) Ejemplos sobre tipos de apertura y cierre del contenedor [105-108]. c) Sujeciones sencillas para portar contenedores aún portando guantes [109,110].



a **b** Figura 7.4: a) Hoja de cartoncillo desplegado. b) Construcción de acordeón interno a contenedor rígido para sujeción de panales.

7.3 Pruebas realizadas con usuarios y resultados

Con el fin de obtener más resultados y posibilidades de mejora para un diseño lo más completo posible de los productos finales, se sometió al recolector de abejas a pruebas de usabilidad y funcionalidad; para el caso del módulo de espera, y como se mencionó anteriormente, se evaluó la efectividad temporal en la reunificación de la colonia separada durante el rescate.

Para las pruebas de usabilidad del recolector se acudió, de nueva cuenta, a una estación de bomberos: la etapa del rescate en que esta categoría de productos será utilizada, para atrapar en el menor tiempo posible la mayor cantidad de melíferas, es determinante en el servicio y necesita contar con la opinión del usuario activo que utilizará el equipo de rescate. Respecto a la funcionalidad, se evaluó durante la adquisición de abejas y panales que fue necesaria para las pruebas de reunificación mencionadas anteriormente.

Sobre esto último, el equipo utilizó los prototipos hasta este momento construidos para validar la hipótesis que se tenía sobre el tiempo que tardan las abejas en trasladarse a un espacio donde hay presencia de cera.

Visita a bomberos, pruebas de usabilidad

Como primer actividad, se planteó el escenario inicial sobre el que se llevarían a cabo las pruebas: una vez que se solicitó a los bomberos que montaran una escalera en el tronco de un árbol para acceder a su parte superior, se entregó a éstos un documento para hacerles saber que rescatarían el enjambre de una colmena con un año de antigüedad (lo que corresponde a 10000 obreras) ubicado en un árbol a 4 metros de altura. Para la recolección se presentaron los diagramas de los modelos (con sus correspondientes componentes) con los que se invertirían (Figura 7.5a,b) y simularían la recolección de abejas (Figura 7.5c,d) hasta que se les fuera indicado, con una alarma visual o auditiva, que el contenedor se encontraba lleno y necesitaba ser reemplazado, requiriendo para ello bajar de la escalera. Dichas alertas fueron controladas remotamente con una aplicación para *smartphone* desarrollada en la plataforma App Inventor 2: mediante *bluetooth* se controló, según el caso, el cambio de luz verde a roja o el encendido y apagado de un *buzzer*.

Cabe destacar que, para no sesgar la interacción del usuario, se dio libertad para que éste manipulara el dispositivo como mejor considerara durante toda la prueba (Figura 7.5e,f), en cada una de las tres veces que fue probado cada recolector. Por lo anterior, y aunque los simuladores fueron construidos para ser utilizados por una persona, se permitió que los bomberos actuaran según su protocolo de trabajo donde, de ser necesario, son ayudados por un compañero para colocarse equipo adicional al básico (Figura 7.5a).



a	b
c	d
e	f

Figura 7.5: a) Investidura asistida por un compañero de equipo para recolección de abejas. b) Identificación de componentes en el recolector con documento informativo y primer interacción con el simulador. c) Colocación de recolector 1, sujeción de manguera, ascenso y simulación de captura de abejas. d) Colocación de recolector 2, sujeción de manguera, ascenso y simulación de captura de abejas. e) Manipulación de boquilla en recolectores. f) Descenso de la escalera sujetando la manguera del recolector 1 (izquierda) y asegurándola en punto de sujeción superior para el simulador de recolección 2 (derecha).

Porque los simuladores fueron construidos considerando los requerimientos y la realimentación de los bomberos en C3, se decidió evaluar de manera binaria (utilizando colores verde y rojo) si cada rubro era o no cumplido (Tabla 7.2); en esta ocasión no se seleccionaría una opción de varias posibles, sino que dentro de un concepto se exploraría la mejor manera de cumplir cada función.

Desgraciadamente, ambos simuladores no pudieron ser probados por los mismos tres bomberos: los que utilizaron el recolector 1 tuvieron que acudir a un llamado de la ciudadanía y se pidió a un nuevo grupo de usuarios que probaran la segunda alternativa.

		Aspectos evaluados							
		Sujeto de prueba	Uso de puntos de sujeción				Colocación de equipo		Detectó alerta de llenado
			Encendió el recolector	Ascenso	Descenso	Parte inferior	Parte superior	Inasistida	
Recolector 1	1				NA	NA			
	2								
	3								
Recolector 2	4								
	5								
	6								

Tabla 7.3: Tabla con aspectos evaluados y resultados de acuerdo a las seis pruebas realizadas.

Observaciones (lista completa en Apéndice Ñ):

(Recolector 1)

- Durante su subida, un bombero tuvo que descender porque uno de los broches falló.
- La longitud de la manguera parece correcta, el bombero no se vio limitado al estirarse.
- “La boquilla está bien, por su forma curva por aquellos lugares a los que no es fácil de acceder”.
- “Para mí es muy práctica en la mano. Estás viendo, activas y desactivas, de otro modo tendrías que buscar el botón, no está mal, pero éste es más práctico”.

(Recolector 2)

- La manguera retráctil se adecúa a los movimientos del bombero y le permite más agilidad para moverse.
- “Las dos están prácticas, el equipo que utilizamos también está pesado, y en comparación éste pues no pesa mucho”.
- “El aviso auditivo es mejor, para nosotros es más práctico tenerlo en la boquilla”.
- “A la manguera del recolector le hace falta una boquilla rígida e intercambiable”.

Adquisición de abejas, prueba de funcionalidad

- Antigüedad: 10 meses
- Ubicación: dentro de una casa para perico
- Volumen total estimado: 0.03125 m³ (0.5x0.25x0.25 m).
- Tiempo de remoción: 40 minutos
- Herramientas utilizadas: vaso recolector (x2) con boquilla recta en aspiradora de mano, espátula, atomizador, 10 metros de extensión eléctrica.
- Características: La casa estaba en el interior de una jaula amplia y la colmena, originada por enjambrazón, ocupó completamente el interior con celdas melarias y de cría, por lo que tenía una masa estimada de 15 kg

Procedimiento

Una vez que los integrantes se vistieron con el equipo de protección, dos de ellos se adentraron en la jaula para realizar la recolección mientras los restantes tomaron material audiovisual. Como primer paso se roció agua para suprimir la capacidad de volar de las obreras (ya que en esta ocasión no se utilizó el ahumador) y se procedió a aspirar a todas aquellas que se encontraban expuestas en la piqueta (Figura 7.6a). Una vez alcanzada la capacidad del primer vaso, se cubrió su tapa retráctil con una cubierta plástica y se montó la tapa con boquilla en un contenedor vacío (Figura 7.6b), el cual almacenó abejas que no fueron rociadas con agua y que fueron conseguidas tras remover la tapa de la casa de madera (Figura 7.6c,d). Finalizado este proceso, y para asegurar la supervivencia de las abejas rescatadas posterior a su traslado, se removió una sección de panales melarios (Figura 7.7), con el que más tarde también se harían las pruebas de paso de abejas que a continuación se describirán.



Figura 7.6: a) Rociado con agua y aspirado de abejas en piqueta de colmena. b) Aseguramiento de abejas capturadas y reemplazo de contenedor. c) Recolección de obreras en la tapa superior de la colmena, el diámetro de la boquilla no permitió acceder a los intersticios entre panales. d) Vista progresiva de reducción en la presencia de abejas por su acopio.



Figura 7.7: Remoción de una porción de panal melario para alimentación posterior de abejas adquiridas.

Observaciones:

- El ancho y forma de la boquilla utilizada no permitió recolectar a las abejas que se encontraban en los espacios entre panales (Figura 7.6c).
- Tras un uso constante previo a la recolección, el resorte torsional de la compuerta en la tapa se debilitó mecánicamente, lo que no permitió un cierre total entre los dos componentes de cierre. El uso de estos mecanismos refleja claramente un aumento en el mantenimiento
- Ocurrió una diferencia de fenómenos entre los dos vasos recolectados: el incremento de humedad en las abejas que fueron rociadas causó la muerte del 30% global (estimado en 1000 individuos); caso contrario para el segundo vaso, donde todas las abejas sobrevivieron.
- Refiriendo a la muerte de obreras por asfixia en miel o la presencia de abejas paralizadas en lugares inaccesibles, en esta ocasión la recolección no tuvo complicaciones, aun sin el uso del ahumador.
- Si se hubiera recolectado todo el enjambre de la colonia se hubieran requerido al menos 15 vasos, lo que claramente concuerda con que debe ser aumentada la capacidad de cada contenedor.

Prueba de transferencia de abejas

- Volumen de panal estimado: 0.00051 m³ (0.17x0.10x0.03 m).
- Estimado de obreras sujetas a prueba: 200
- Tiempo de traslado: 40 minutos
- Herramientas utilizadas: vaso recolector con boquilla recta en aspiradora de mano, colmena apilable con tapa para transferencia, bastidor con cierre a presión, navaja, soplete.

Procedimiento

Debido a que las abejas recolectadas no podían permanecer en los vasos recolectores sin alimentarse, éstas fueron reunidas con el panal que fue removido (Figura 7.8a). Para la prueba se realizó de nuevo la separación: una vez recolectada una muestra de pecoreadoras con los contenedores fabricados (Figura 7.8b), se cortó proporcionalmente, con ayuda de una navaja caliente, un trozo de panal que sería utilizado a manera de cebo y que, posteriormente, fue sujetado con uno de los bastidores fabricados e introducido en el prototipo de colmena doméstica que contaba con un acceso para el traslado apícola (Figura 7.8c). Transcurridos aproximadamente media hora se comprobó que, en efecto, las abejas abandonaron el vaso contenedor e ingresaron al interior de la colmena donde, si no se encontraban sobre la cera, yacían en el bastidor que la contenía (Figura 7.8d). A pesar de que transcurrieron poco más de 39 minutos para considerar a la colonia como reunificada (valor muy por debajo del que puede transcurrir utilizando atrayentes), llegado el minuto 20 sólo quedaba el 15% de melíferas dentro del vaso contenedor (Figura 7.9).

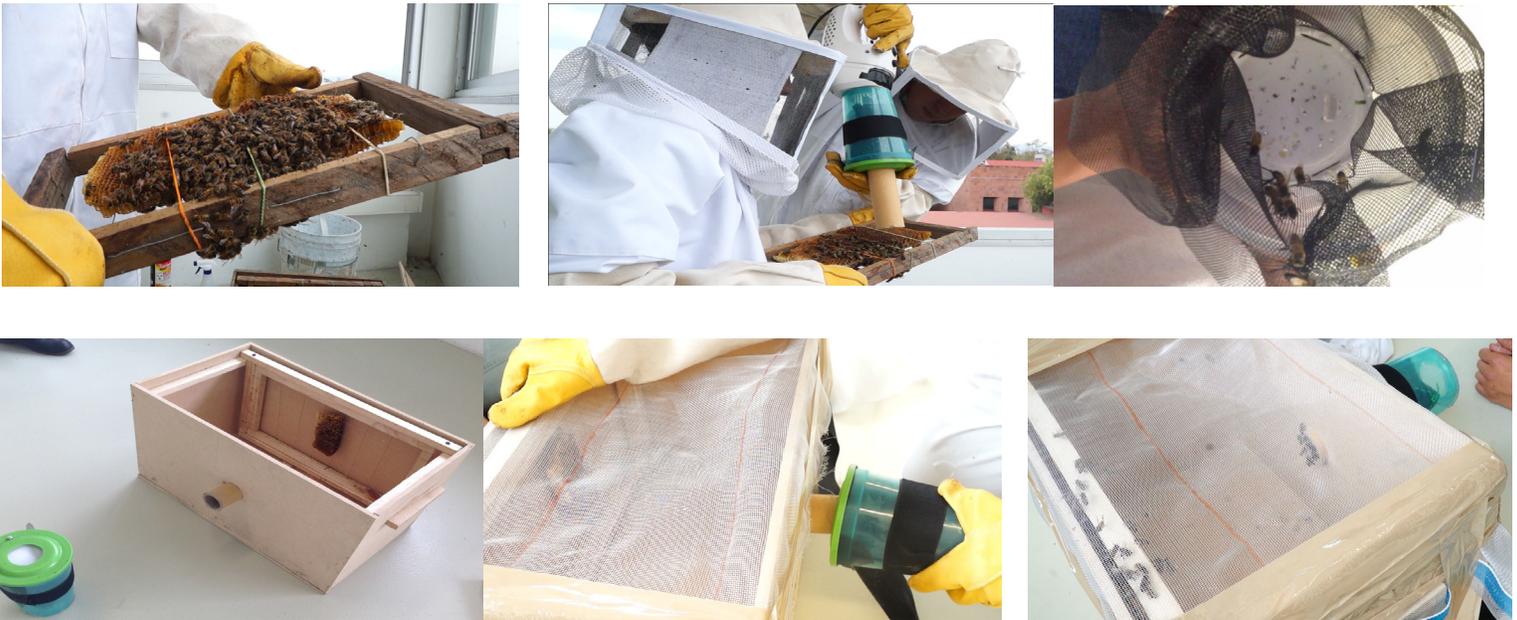


Figura 7.8: a) Colonia reunificada en bastidor. b) Recolección de obreras presentes en porción de panal que sería cortado. c) Contenedor de abejas a un costado de colmena doméstica destapada, adaptada para pruebas de movilidad (izquierda). Ensamble de recipiente con obreras capturadas a colmena doméstica cubierta con malla mosquitera para visualización (derecha). d) Abejas emergiendo de almacenador y postradas sobre bastidor con cera.



Figura 7.9: Aumento paulatino de presencia de abejas dentro de colmena doméstica que contiene una bastidor con cera.

Observaciones:

- Sólo una abeja murió durante la realización de la prueba.
- Se confirmó la hipótesis de reducción de tiempo para el trasiego de un enjambre con el uso de panales.
- Los diferentes simuladores tuvieron un funcionamiento efectivo y ningún integrante resultó picado.

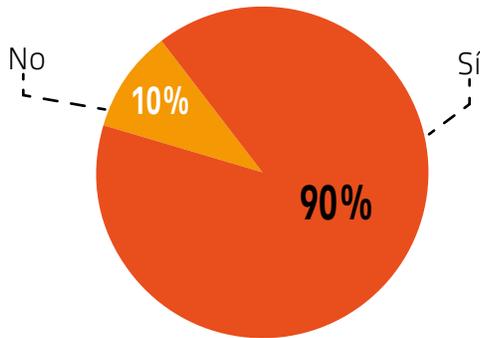
Encuesta a apicultores sobre enfermedades

Como se recordará, en C2 se habló al respecto de algunas enfermedades que afectan la supervivencia de las colmenas, este tema fue retomado por el equipo debido a un factor de alta relevancia: medidas de inocuidad. Debido a que Bee Hero propone el traslado de colonias urbanas por parte de los bomberos y de apicultores, esto involucra a su vez un alto riesgo: tal reubicación podría conllevar a la introducción de especies, animales o vegetales, afines a las abejas que podrían colonizar zonas donde no se tenga registrada su presencia.

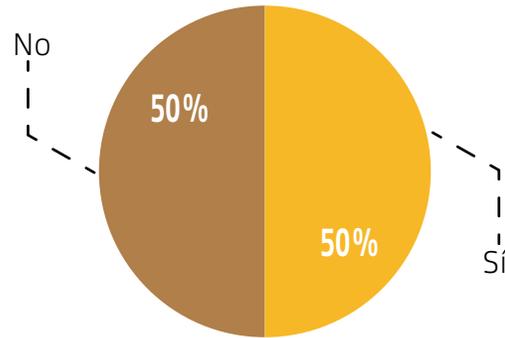
Se decidió entonces realizar de nuevo una encuesta a través de la herramienta *Google Forms* dirigida a los apicultores para comprobar, de primera fuente, la presencia de las patologías más relevantes en el ámbito apícola y qué tan acostumbrados están a tratarlas en sus apiarios.

Los resultados de la encuesta, mostrados en la Figura 7.10, fueron reveladores: más del 90% de los encuestados se han enfrentado, por sobre otras enfermedades en algún momento a la presencia del ácaro varroa en sus apiarios, especie que puede ser exterminada con más de un tratamiento pero que compromete recursos de tiempo, dinero y espacio en el apicultor. Además, la presencia de varroasis no es impedimento para que el 90% de los 31 encuestados capturaran una colmena silvestre infectada para incrementar sus apiarios. Este descubrimiento abrió un nuevo campo a considerar para el funcionamiento de Bee Hero y una nueva línea de investigación (Apéndice O).

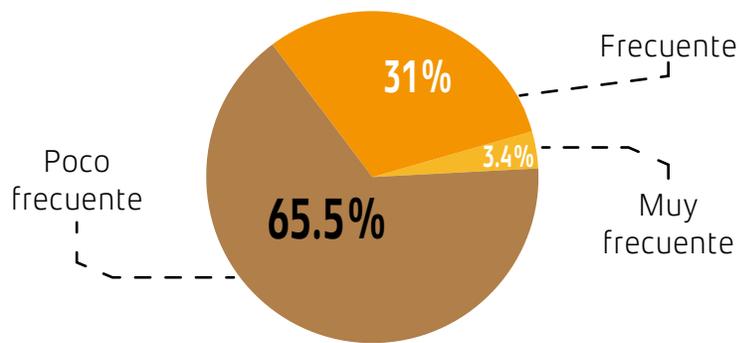
Si te encuentras una colmena y ésta tiene varroa, ¿la capturas?



Si una colmena te cuesta la mitad o menos que un núcleo nuevo, pero tiene varroa, ¿la comprarías?



¿Qué tan frecuente es encontrar varroa en tus colmenas?



De las siguientes enfermedades, ¿con cuáles te has enfrentado?

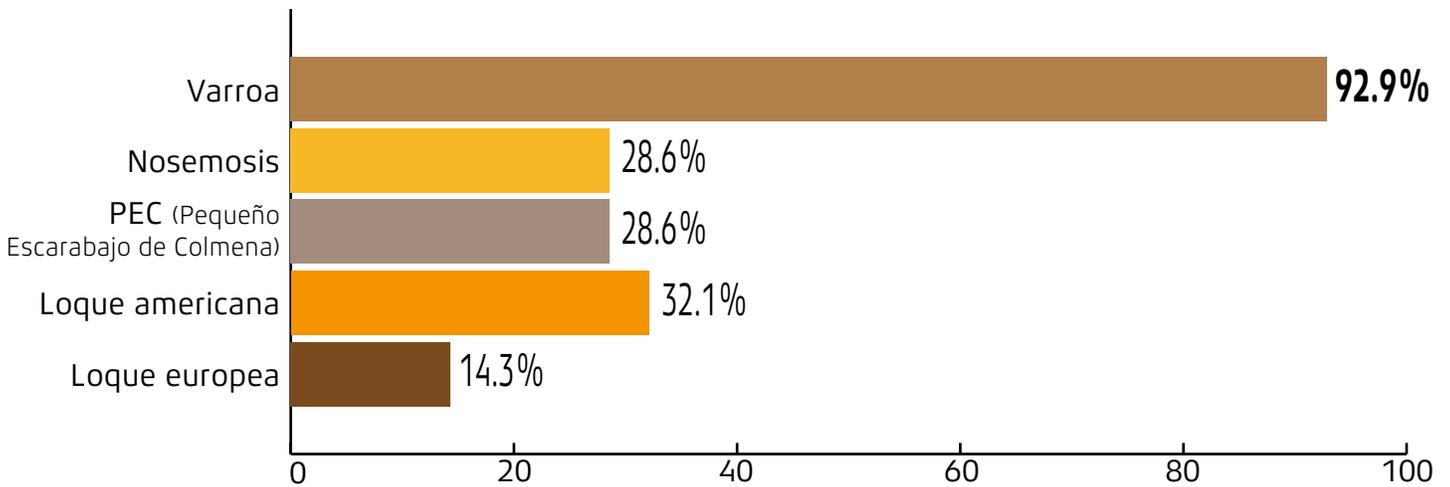


Figura 7.10: Respuestas a encuesta realizada a apicultores sobre presencia de distintas enfermedades en sus colmenas.

7.4 Diseño de los prototipos finales

Concluida la actividad de conocer por investigaciones, pruebas y encuestas aquellas alternativas de solución que podrían integrarse a los productos, se comenzó el diseño de los mismos. Con el fin de representar todos los atributos tanto del recolector como de la panalera previo a su construcción, se realizaron modelos tridimensionales mediante *software* para CAD (Diseño Asistido por Computadora, por sus siglas en inglés) de los productos que conforman Bee Hero, realizándose previamente consideraciones sobre componentes, partes, ensamble y materiales que dieran usabilidad y funcionalidad a los prototipos del recolector de abejas y de la panalera que más tarde serían construidos.

7.4.1 Recolector de abejas

El diseño de este dispositivo partió del hecho que debía estar provisto de un sistema de succión para llevar a cabo la captura de obreras; se realizó entonces una investigación de los motores que podrían emplearse para, posterior a su selección, elegir dentro de un conjunto de fuentes de alimentación aquella más idónea para el escenario y usuarios involucrados. Adicionalmente, se hicieron consideraciones para el diseño en general y se propuso el material del que estaría principalmente compuesto.

Sistema de succión

Se seleccionó un motor universal para realizar la recolección de abejas. Los motivos para elegirlo fueron:

- Capacidad para operar con corriente alterna (AC) y directa (DC), a tensiones monofásicas.
- Al operar con corriente directa, pueden utilizarse baterías como fuente de energía.
- Cuentan con un par de arranque suficiente para iniciar su funcionamiento y no requiere sistemas adicionales, situación que ocurre en los motores de inducción monofásicos (por fase partida y arranque por condensador).
- Como los motores de corriente directa, su velocidad puede controlarse variando el voltaje de entrada.
- Se puede obtener una relación par-amperio superior que cualquier otro motor monofásico.
- Son utilizados para aplicaciones donde se requiere un peso ligero y alto par.

A pesar del funcionamiento dual para DC y AC que tienen los motores universales, éstos tienen su máximo desempeño cuando se utilizan bajo el tipo de corriente para la que fueron diseñados. Con el fin de conocer la mejor opción de motor para el recolector de abejas, se referenció la decisión a las ventajas y desventajas de ambas fuentes de energía: aunque el producto para captura de

obreras tiene dentro de sus características la portabilidad y esto coincide con el objetivo para el que fueron diseñadas las baterías, los atributos de estas últimas podrían no concordar con el escenario y sus usuarios.

Se realizó entonces un cuadro comparativo (Anexo VII) donde se analizaron las ventajas, desventajas, ciclos de carga promedio y densidad de energía de las baterías más comunes que ofrece el mercado. No se incluyeron las nuevas tecnologías (baterías zinc-aire, grafeno, de estado sólido, litio-metal, entre otras) porque, a pesar de las grandes ventajas que involucran, aún se encuentran en etapa de desarrollo y las investigaciones realizadas al día de hoy no han mostrado una manera de generarlas a gran escala y bajo costo. Finalizada la comparación, se concluyó que en este caso las baterías con mayores beneficios serían las de polímero de litio; fueron los siguientes aspectos que, no concordando con el uso al que muy probablemente estarían sometidas, se descartaron para el recolector de abejas:

- El protocolo de actividades de los bomberos no permitirá que éstos supervisen el estado de carga de las baterías.
- Integrar a los productos un cargador inteligente para disminuir la supervisión de las baterías no es suficiente: la espontaneidad e irregularidad de las llamadas por los ciudadanos evitará cargar satisfactoriamente las baterías, lo que acortará su periodo de vida y aumentará la frecuencia de reemplazo.
- Suponiendo que se utilice un motor universal comercial de corriente directa que opere a 12 V, consuma 6 amperios y tenga un tasa de flujo de 0.8 m³/min (esto último siguiendo los parámetros establecidos en la sección 7.2), la corriente consumida por el motor de referencia hará que una batería Li-Po de cuatro celdas con una capacidad de 10 000 mAh tenga una duración de poco más de 90 minutos, lo que podría garantizar tres rescates hasta su próxima carga, que tendrá que ser en cada ocasión al 100%. Cada batería serviría entonces para rescatar un estimado de 1500 enjambres, lo que representa el 20% de la cifra anual que se ha tomado como referencia.
- La descarga excesiva aumenta considerablemente el riesgo de daños irreparables en la batería, pudiendo incluso inflamarse, poniendo en riesgo al usuario, ciudadanos y abejas en rescate.

Por todo lo anterior, aunado al impacto ambiental que generará su desperdicio y en miras de que Bee Hero se desarrolló como un proyecto sustentable, se descartó esta opción y se decidió que el recolector de abejas contara con un motor universal de corriente alterna de 127 V y una potencia aproximada de 400 watts (tomando como referencia los resultados obtenidos con el modelo de aspiradora manual del Apéndice M), cuya alimentación será mediante un cable retráctil de al menos 30 metros (longitud aproximada que fue necesaria para las pruebas de funcionalidad de la sección 7.3).

Consideraciones de diseño

Aquellas relacionadas con el recolector son:

- Internamente, y para evitar que las abejas escapen de la malla y transiten en el espacio que habrá entre ésta y el contenedor, existirá un ensamble entre la tapa de este último y el almacenador de abejas.
- Sobre la tapa, ésta contendrá una membrana que no permita el escape de abejas si la manguera es desconectada del contenedor, ya sea para sustituirlo por uno vacío y así continuar con el rescate o durante el transporte a la estación de bomberos.
- El recolector estará conformado principalmente de dos elementos: contenedor rígido y respaldo con carcasa para motor. El motivo de esta separación es permitir el uso de la mitad que cuenta con el motor mientras el contenedor, con abejas recolectadas, permanece conectado al módulo de espera para reunificar a la colonia.
- Para los componentes anteriores, se decidió que el mejor ensamble entre ellos sería mediante un riel y un seguro que evite la separación entre componentes durante su funcionamiento.
- El contenedor deberá contar con ventilaciones para evitar la muerte de las abejas durante su transporte a la estación de bomberos; otras serán necesarias para expulsar el aire que el motor succione.
- Sobre la carcasa, ésta deberá contar con el espacio suficiente para el cable retráctil y el motor.
- Además, el contenedor rígido deberá contar con puntos de sujeción acorde al uso de guantes.

Material principal

Ya que el recolector se visualizó desde sus inicios como un componente que estará sometido a una amplia diversidad de impactos mientras es portado en diversidad de escenarios y contra el equipo que puede encontrarse en el vehículo ligero de bomberos, se propuso que el material del que podría estar hecho el contenedor de abejas y la carcasa con el soporte es polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés). De manera breve, aunque este polímero tiene la misma resistencia a impactos como otros materiales comerciales tales como el ABS, copoliéster y el PVC, entre otros (Figura 7.11), su costo, maquinado sencillo y capacidad para ser reciclado lo hizo un buen candidato para ser utilizado en la fabricación de los elementos con mayor volumen del recolector, adicional a que es dieléctrico, resistente a la abrasión y al desgaste.

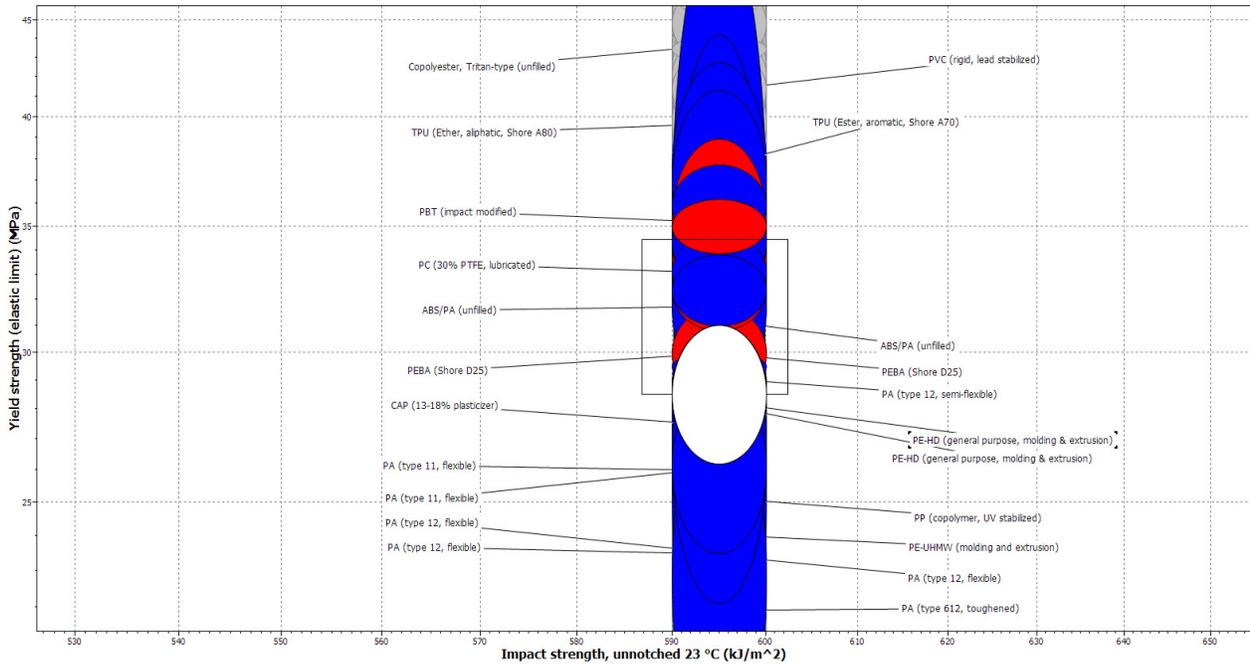


Figura 7.11: Diagrama de Ashby que muestra en blanco la ubicación del HDPE, comparándolo con otros polímeros en un diagrama de esfuerzo de impacto contra esfuerzo de cedencia.

7.4.2 Panalera

A diferencia del recolector, que no será transportado por el apicultor una vez que la colonia haya sido reunificada en el módulo de espera, este elemento no contendrá dispositivos electrónicos, por lo que sólo se enlistaron las consideraciones necesarias para su diseño y el material del que principalmente estaría hecha.

Consideraciones de diseño

Los atributos que deberá contener la panalera para cumplir adecuadamente su función son los siguientes:

- Este componente, al igual que el recolector, contará con ventilaciones suficientes para que la colmena no pierda mucha temperatura durante su transporte y para evitar, por su tamaño, el escape de abejas.
- Contará con membranas para conectarse por dos puntos: uno permitirá comunicar a los panales con el recolector de abejas que sea conectado al módulo y el otro para que éste último obtenga las condiciones de humedad y temperatura que la colonia presente, a fin de controlarlas.

- Podrá ser sujeta de dos maneras: a través de una correa que el bombero ensamblará cuando rescate una colonia y mediante asas para transportarla, introducirla y extraerla del módulo de espera.
- La panalera podrá permanecer completamente abierta mientras se ingresan los panales en ella, de tal forma que no tenga que abrirse cada vez. Se propone que la tapa se pliegue a manera de biombo, de forma similar que lo hará el soporte interno donde se depositarán los panales.
- El soporte interno permitirá que las abejas circulen por los panales a través de orificios de área suficiente para asegurar el espacio de abeja, sin comprometer la resistencia del material empleado.

Material principal

Para el caso de la panalera, en la selección se prestó especial atención a que el material deberá ensamblarse doblándolo (implicando fácil transporte en espacios reducidos), pudiendo resistir impactos mientras, al mismo tiempo, es impermeable. Después de descartar el uso de maderas y cartones, se llegó a la conclusión de que también se utilizaría un polímero, haciendo énfasis en que no fueran completamente sólidos, sino que fueran dos paredes unidas por celdas plásticas (también llamadas flautas) del mismo material. Es así como se seleccionó el coroplast, el cual es una lámina de polietileno copolímero que cumple con las siguientes propiedades:

- No es tóxico.
- Lavable y reciclable (de hecho es obtenido a partir de plástico reciclado).
- No propicia el desarrollo de bacterias y microorganismos.
- Impermeable (su bajo coeficiente de absorción de humedad evitará que la miel se pudra por filtrado de agua al interior de la panalera).
- Aislante térmico (permitirá a la colonia conservar la temperatura ideal para la cría) y acústico (evitará un aumento en la agresividad de las obreras por ruidos del ambiente).
- Ligero, su densidad es $0.91 \text{ [g/cm}^3\text{]}$.
- Flexible, puede doblarse sin romperse; es usado para conformar cajas plegables.
- Es antiestático (disminución en daños a equipo electrónico si llegara a existir contacto con éste).
- Retardante a fuego (en un incendio se traduce en no ser un punto donde el fuego se extienda).
- Resistente a impactos y vibraciones.

7.5 Sustentabilidad de los productos y servicio propuestos

Ya que el desarrollo del proyecto no sólo estuvo enfocado en el diseño y posible producción de los diferentes productos sino que también en el ciclo de vida que éstos tendrían, se realizó el planteamiento de la ruta que seguirían algunos de los principales materiales utilizados para la panalera, el recolector de abejas y el módulo inteligente, esto con el fin de demostrar si existe o no la posibilidad de que sean reciclados para asegurar la transformación de desechos en nuevos productos y no sólo en desperdicios.

Previo a mostrar el planteamiento del ciclo de vida de cada producto, las operaciones comunes a los tres dispositivos, el almacenamiento y la distribución, consistirán en lo siguiente:

- Almacenamiento: Previo a la distribución del equipo, las panaleras producidas serán acumuladas hasta que se tenga el inventario suficiente para comenzar con su distribución.
- Distribución: Se hará llegar a las estaciones de bomberos las unidades suficientes de productos para cumplir con el abasto que cada etapa de la sociedad anónima y la asociación civil tienen.

Recolector de abejas

- Producción: Se realizará mediante la compra previa del molde correspondiente al almacenador de abejas y a la carcasa del motor. Mediante una búsqueda rápida se encontró que empresas como Dimoplast S.A. de C.V. tiene la capacidad de producir piezas mediante moldeo por soplado y a Wintech para una producción por rotomoldeo, en el caso del respaldo con carcasa.
- Desperdicio: En esta etapa del ciclo de vida del recolector de abejas, se estimó que su vida útil dependería de dos aspectos: el estado del motor y el de la carcasa. Contemplando un uso diario y con un tiempo de operación intermitente aproximado de cinco horas, el motor del recolector tendrá que ser cambiado a 2 años de su puesta en marcha (con un servicio de mantenimiento anual para cambio o limpieza de escobillas) junto con su respectiva carcasa. La renovación de los contenedores de abejas se realizará cada 6 meses y las mallas serán reabastecidas cada dos.

Panalera

- Compra y corte del material: Para ver cumplida esta etapa, será necesario contratar los servicios de una(s) empresa(s) para la elaboración del suaje y la operación de suajado. Un posible candidato para dicha tarea es “Rotula S. A. de C. V.”, ubicada en la colonia Obrera en la Ciudad de México. Se opta por esta alternativa porque esta empresa ya cumple con normas sobre el manejo de desechos (en este caso, el remanente de coroplast) y tienen el espacio acondicionado para la realización de las actividades necesarias.

- **Ensamble:** En esta etapa se integrarán a la carcasa de la panalera el velcro, las agarraderas laterales y las membranas frontal y trasera.
- **Uso:** Su utilización comienza cuando el bombero ensambla la panalera y realiza el rescate de panales con miel y cría, elementos que tendrán contacto directo con el material durante todo el proceso posterior.
- **Desperdicio:** Debido a que la totalidad de los enjambres rescatados tienen un grado de enfermedad, la panalera pierde la capacidad de ser reutilizada para efectuar un nuevo rescate una vez que ha sido desocupada por el apicultor, por lo que, al adoptar una nueva colmena, el apicultor devolverá la(s) panalera(s) usada(s) en el momento en que acuda de nuevo a un módulo en alguna de las estaciones de bomberos. Una vez hecho esto, se recolectarán todas las panaleras y se venderán a la empresa Teknopellets S.A. de C.V., quienes compran polietileno de baja densidad en pacas que no necesariamente deben ser de material limpio (condición que solicitan otras empresas para comprar dicho material), con el fin de que se pueda reciclar y fabricar más coroplast. En caso de que lo apicultores no vuelvan a adoptar colmenas, que implica el no retorno de la panalera, el apicultor puede retirar el depósito de cera interno y reutilizar la parte externa para transportar objetos, ya que dicha panalera, como fue mencionado en la sección de diseño tiene una capacidad de carga de hasta 10 kg.

Módulo inteligente

- **Producción:** Para la fabricación de este componente del equipo de rescate, existe como posibilidad la empresa Maquimetálica S.A. de C.V., que tiene una amplia gama de procesos de manufactura para la lámina que se utilizará en este componente, por mencionar algunos: punzonado, doblado y corte por agua o láser.
- **Distribución:** Una vez construidos, se tendrán almacenados en el espacio destinado para inventario durante la fase 0. A partir de la fase 1 para pilotaje se procederá a instalar los primeros 5 módulos en las estaciones de bomberos seleccionadas geográficamente en la Ciudad de México y se mantendrán fijos hasta que llegue el momento de renovarlos.
- **Desperdicio:** Transcurrido un periodo estimado de 5 años, será momento de reemplazar los módulos inteligentes. Dicho periodo fue establecido de acuerdo a los parámetros de estimación de vida útil, ubicados en el Diario Oficial de la Nación con fecha 15/08/2012. A pesar de que en dicho diario se establece que para un estante el periodo de vida útil es de 10 años, dicho lapso se ve reducido porque el módulo estará expuesto parcialmente a la intemperie y estará en contacto con una especie animal viva. Un posible candidato para la compra de dicho material para su posterior reciclado es la empresa “Arsenal de Acero S.A. de C.V.”, que realiza la compra, procesamiento y venta de chatarra.

7.6 Descripción de prototipos o simuladores finales

Con las consideraciones mencionadas en los dos apartados anteriores para los productos de rescate del servicio Bee Hero se realizó el modelado virtual en 3D de los elementos más importantes del recolector de abejas, de la panalera y del módulo inteligente, los cuales ayudarían a la fabricación de los primeros dos y para el establecimiento de aquellos conceptos que permitan definir al tercero.

7.6.1 Recolector de abejas

Sobre este producto, el modelo virtual que se realizó agrupa los avances y hallazgos que se han recabado desde C3. Cabe destacar que específicamente para el recolector, no se resolvió completamente la composición interna de la carcasa y del contenedor, refiriendo a que no se diseñó el arreglo de refuerzos y compartimientos para introducir componentes adicionales como el motor, el cable retráctil o el sistema para detección de capacidad, sólo se contemplaron sus volúmenes y masas para definir algunas de las dimensiones o ensambles que podrían formar parte de un prototipo alfa. El modelo generado está compuesto de los siguientes elementos:

- | | |
|----------------------------|----------------------------------------|
| 1. Empuñadura con boquilla | 8. Respaldo con carcasa para motor |
| 2. Boquilla tipo esquinero | 9. Botón para liberación de contenedor |
| 3. Manguera retráctil | 10. Correas de sujeción con broche |
| 4. Cople macho en manguera | 11. Botón para retorno de cable |
| 5. Tapa de contenedor | 12. Cable retráctil para alimentación |
| 6. Malla | 13. Base para ventilación |
| 7. Contenedor | |



Figura 7.12: Modelo virtual en 3D de recolector de abejas ensamblado (izquierda) y los elementos que lo componen en vista tipo explosivo (derecha).



Figura 7.13: Vistas del recolector de abejas desde diferentes ángulos.

Tapa del contenedor

Este componente, que permitirá acceder a la malla donde las abejas estarán almacenadas después de su recolección, está provisto principalmente de tres elementos: un cople hembra con membrana, puntos de sujeción con el contenedor y ranuras para que el recolector sea colgado en el módulo de espera (Figura 7.14). Sobre el primer conjunto, se propuso de esta manera para sujetar a la manguera y evitar que ésta se zafe durante el rescate; la membrana tiene la función de retener a las abejas que buscarán escapar de la malla interna que yace al interior, una vez que la manguera haya sido desconectada para ser colocada en un contenedor vacío (en caso de que el rescate requiera más de uno). Sobre la parte destinada al ensamble con el contenedor, se diseñó de esta manera para formar un mecanismo de cierre y apertura tipo bisagra, evitando que el dispositivo tenga que ser desarmado cada vez que se cambie la malla interna para efectuar un nuevo rescate. Finalmente, y recordando el traslado que tendrán que realizar las abejas hacia la panalera, se añadieron ranuras para conectar el recolector al módulo de espera.



Figura 7.14: Tapa del contenedor y sus partes más relevantes.

Contenedor

Como una medida de protección para los bomberos que manipulen el recolector y para las abejas que serán transportadas al módulo de espera, se propuso una protección rígida con concavidades que permitan su transporte, contemplando que el usuario muy probablemente usará guantes. Además, dicho contenedor cuenta con dos elementos de ensamble con el respaldo y la carcasa: un riel para con el primero y una pestaña en su parte inferior para la segunda. Finalmente, se añadieron orificios de ventilación para que, una vez terminado el rescate, las abejas transportadas no mueran por asfixia (Figura 7.15).

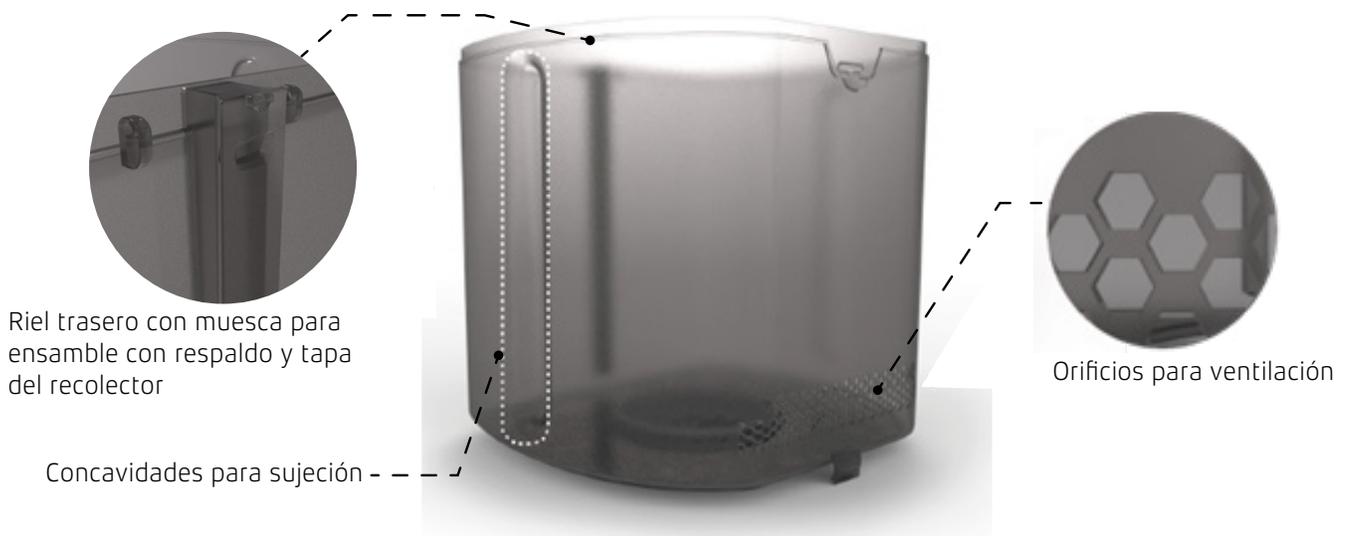


Figura 7.15: Contenedor del recolector y sus partes más relevantes.

Malla

Conservando la malla que fue ideada durante las pruebas de los modelos en C3, se propuso que a ésta se añadiera una tapa superior de silicón, cuya elasticidad pudiera aprovecharse en la abertura de acceso para las abejas, la cual estará ensamblada a presión con una sección cilíndrica presente en la cara interna de la tapa del recolector (Figura 7.16).



Figura 7.16: Mallas internas del recolector para almacenar abejas.

Carcasa para el motor

Este componente será la cabina que contendrá al motor, el cable retráctil y el sistema responsable de avisar, por medio de los indicadores visuales en la boquilla, que el contenedor se encuentra lleno y necesita ser reemplazado si se quiere continuar con el rescate. En la parte superior de la carcasa se encuentran aberturas que permitirán la creación del flujo de succión del motor que estará debajo del sobre relieve mostrado en la imagen siguiente, y cuya salida de viento será en la base inferior, donde también existen orificios. Sobre el cable retráctil, éste se encontrará enrollado en un carrete con un resorte torsional, cuyo par será contrarrestado por el botón que, al ser presionado, permitirá el regreso del cable.

Además, es la carcasa el punto donde la manguera podrá ser sujeta mientras el bombero utilice sus manos para otras actividades. Como se puede observar en la Figura 7.17, dicha sujeción será a presión por la oposición del material que, estando en su zona elástica e intentando volver a su estado de reposo, provocará un agarre a manera de pinza en la manguera.



Figura 7.17: Respaldo y carcasa para motor. Elementos más relevante de la carcasa.

Respaldo

Para que el recolector pudiera ser portado de una manera cómoda, se diseñó un respaldo tomando en cuenta los percentiles más afines al bombero promedio, cuya longitud también fue seleccionada para garantizar que en la mayoría de los usuarios la zona de mayor concentración de masa (en este caso la carcasa del motor) estuviera lo más cerca posible del centro de gravedad humano; esto con el fin de no entorpecer la maniobrabilidad que necesite el bombero por una distribución inadecuada de los componentes. En tanto que por una de sus caras el respaldo cuenta con un riel para ensamblar el contenedor, por la contraria se colocó un botón que, a

manera de tope, evitara el deslizamiento del anterior mientras sea usado; se añadieron también curvas en direcciones tales que siguieran la forma de la columna vertebral, generando los apoyos suficientes para evitar lesiones en el usuario.



Figura 7.18: Respaldo y carcasa para motor. Elementos más relevantes del respaldo.

Sistema de sujeción

Para concluir la descripción del recolector de abejas, se propuso un conjunto de tres puntos de sujeción para portar el recolector: dos de ellos son las correas para los hombros y el tercero es un broche plástico que evitará a las correas deslizarse por los hombros del usuario (Figura 7.19). Además, la parte inferior del respaldo cuenta con ranuras para que las correas sean ensambladas; en su parte superior se encuentra un botón que, al ser presionado, permitirá desmontar el contenedor de abejas, ya que no impediría el deslizamiento del riel por la muesca que éste tiene y que empata con el botón.

Broche como tercer punto de sujeción



Ranuras con tope para correas



Botón para riel de ensamble entre respaldo y contenedor

Figura 7.19: Sistema de correas y broches para sujeción del equipo una vez que sea colocado.

7.6.2 Panalera

Para el almacenamiento de los panales que sean removidos se integraron las consideraciones planteadas en la sección 7.4 y se realizó el modelo virtual en tercera dimensión de la panalera el cual, a diferencia del recolector, es una representación más cercana al modelo de producción final, ya que no se trata de una pieza inyectada que necesite costillas al interior o una estructura para la colocación de componentes adicionales; se propuso que al almacenador mostrado en las siguientes imágenes estuviera formado por los siguientes elementos:

1. Almacenador externo
2. Soporte para panales
3. Agarraderas con correa

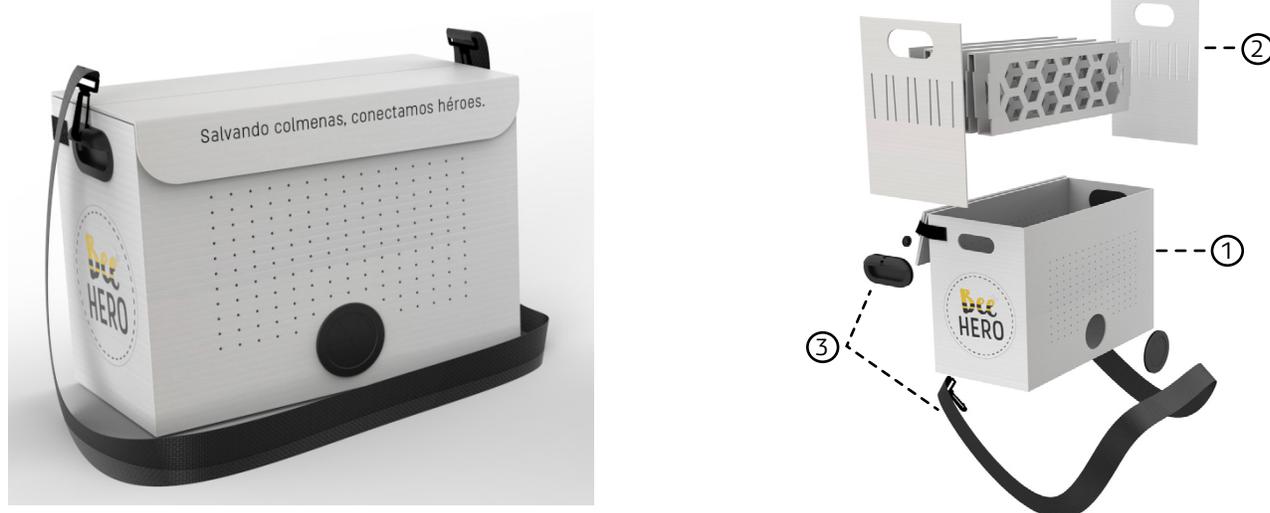


Figura 7.20: Modelo virtual de panalera ensamblada y cerrada (Izquierda) y vista en explosivo de los elementos que conforman (derecha).

Almacenador externo

Conformado por un patrón cortado y marcado para su doblado, este recipiente cuenta en su cara frontal con tres elementos: segmentos de velcro, orificios de ventilación y una membrana. La presencia del primer material, es para permitir una fácil apertura y cierre con la presencia de guantes durante el rescate. En cuanto a las perforaciones, cuyos diámetros son más pequeños que el área transversal de las obreras, evitarán su escape mientras permiten la circulación de aire con el exterior. Finalmente, la membrana se utilizará como punto de ensamble con la boquilla del recolector de abejas, una vez que la panalera haya sido ingresada al módulo y la tapa del mismo haya sido cerrada (Figura 7.21a).

Sobre su cara posterior, la panalera cuenta de nuevo con los orificios para ventilación y una membrana más pequeña que la ubicada al frente: a través de ésta ingresarán los sensores encargados de recopilar los valores de temperatura y humedad que tenga el ambiente de la colmena reintegrada al interior de la panalera. Será también en esta cara donde la tapa permanecerá plegada a manera biombo, gracias a los segmentos de velcro que tendrá la misma y los laterales del almacenador externo (Figura 7.21b).



a b Figura 7.21: a) Vista anterior de la panalera. b) Vista posterior de la panalera.

Soporte interno para panales

A la estructura planteada en la sección 7.2 formada por una hoja de cartoncillo, se decidió añadir orificios a la misma para permitir la circulación de obreras una vez que éstas sean reintegradas con los panales en el módulo de espera. Retomando que el ensamble de este componente debe ser tal que permita su transporte en espacios reducidos y de una manipulación sencilla para los bomberos, se añadieron tapas a los costados del soporte tipo biombo para mantener este arreglo (Figura 7.22), así como para dar un punto de sujeción para sustraerlo del almacenador externo (Figura 7.20).

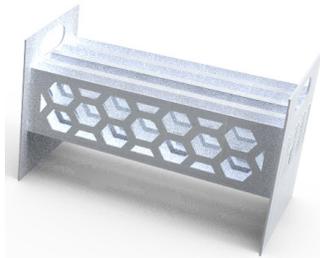


Figura 7.22: Modelo virtual del soporte interno ensamblado con tapas laterales.

Agarraderas

Como se mencionó en la sección anterior, fue necesario diseñar las agarraderas en el recolector de tal manera que permitan al usuario sujetar la panalera para transportarla (Figura 7.23.a) y que además pudieran ser ensambladas con una correa para que el rescatista la cuelgue de su hombro liberando con esto sus manos, en caso de que lo necesite (Figura 7.23b). Esta posibilidad de ensamble se realizó contemplando la reutilización de aquellos componentes que no son fundamentales una vez que éstos se encuentren ocupados.



a b Figura 7.23: a) Modelo virtual de la panalera con agarraderas. b) Vista a detalle de agarraderas y ensamble con correa.

7.6.3 Módulo de espera inteligente

Sobre este producto, se diseñó de una manera más somera porque no sería fabricado como en el caso de los dos anteriores, cuyos procesos se describen en el apartado siguiente. Se consideró que el módulo tuviera, en su parte frontal, la entrada donde serán conectados, por su parte interna, la panalera, y por la externa la boquilla de la manguera del recolector, que será colgado utilizando dos las dos salientes las que cuenta cada cabina y que concuerdan con las ranuras que se describieron en la tapa. Finalmente, y para continuar evitando la muerte por asfixia de las obreras, una vez que se encuentren reintegradas con sus panales, se añadió a la tapa una sección de orificios para ventilación.



Figura 7.24: Módulo de espera inteligente representado virtualmente.

7.7 Operaciones y actividades realizadas durante fabricación final

Realizadas algunas correcciones de las consideraciones de diseño en el modelado virtual del recolector y la panalera, se procedió a manufacturarlos (Figura 7.25). Para el caso del primero, se siguieron la mayoría de las dimensiones del modelo virtual y se llevaron a cabo procesos de manufactura y se utilizaron materiales alternos (Tabla 7.4) a los pensados para la producción a mayor escala de sus distintos componentes (sobre lo cual se profundiza en la sección 7.10), esto para obtener un prototipo de funcionalidad limitada que fuera capaz de recolectar abejas. De igual forma, para la panalera se recurrieron a procesos de manufactura que no llevaran tanto tiempo y que pudieran ser realizados sin equipo especializado (Tabla 7.5); se logró un prototipo beta que cumplió con mayores funciones que el recolector y porque se utilizaron, para el almacenador externo y la estructura en su interior, los materiales a utilizar, como primer propuesta, para la etapa de producción de la fase 0 del modelo de negocios (descrita en la sección 7.8).



Figura 7.25: Herramientas, materiales y componentes utilizados durante construcción de prototipos. Integrantes del equipo en distintos momentos de la fabricación final.

Componente	Materiales	Procesos de manufactura	Construcción
Contenedor de abejas (parte externa)	<ul style="list-style-type: none"> Lámina de polivinilo de cloro (PVC) de 3 mm de espesor. Rectángulo de PVC de 61x122 cm. Cianocrilato. Bicarbonato de sodio. Pasta resanadora automotriz. Pintura en aerosol gris primario. Tubo de PVC de 7.5 cm. de diámetro y 33 cm de longitud. 	<ul style="list-style-type: none"> Corte Formado Pegado Pintado 	<p>Se cortaron en el PVC las caras superior e inferior del contenedor externo, siguiendo los patrones que para esto fueron impresos previamente. Posteriormente, el rectángulo de PVC fue utilizado para formar un prisma con las tapas descritas anteriormente, utilizándose una mezcla de cianocrilato y bicarbonato para su pegado (el bicarbonato acelera el fraguado del cianocrilato, generando además una masa con la que se pueden rellenar grietas con espacio). Las concavidades para sujeción descritas en el apartado anterior fueron elaboradas con las mitades de un tubo de PVC que fue cortado longitudinalmente. Previo a unir los extremos del paralelogramo, y en vista de que la malla interna no sería fabricada, se comunicaron los orificios de las tapas con otra sección del tubo anterior, dando adicionalmente soporte estructural. Después de lijar los cantos del contenedor, éste fue pintado con gris primario en aerosol.</p>
Respaldo para recolector	<ul style="list-style-type: none"> Mdf de 3 mm. Pegamento líquido blanco. Pasta resanadora automotriz. Lijas de agua de granos 320, 600 y 1000. Pintura en aerosol gris primario. Pintura en aerosol negro mate. Cortadora láser. 	<ul style="list-style-type: none"> Corte CNC Pegado Resanado Lijado Aplicación de base para esmalte Pintado 	<p>Una vez que se elaboró el modelo 3D en el <i>software</i> de dibujo, se realizó el corte láser en curvas de nivel, que fueron unidas con pegamento blanco. Seca la pieza, se utilizó la pasta resanadora para rellenar las imperfecciones que se generaron por el corte y lijado para, posteriormente, asemejar las curvas del respaldo con aquellas incluidas en el modelo 3D.</p>
Carcasa para motor	<ul style="list-style-type: none"> Hoja de estireno calibre 60. Mdf de 30 mm. Pintura en aerosol negro mate. Pegamento blanco. Pasta resanadora automotriz. Lijas de agua de granos 320, 600 y 100. 	<ul style="list-style-type: none"> Corte CNC Pegado Resanado Lijado Termoformado Pintado 	<p>Se construyó un molde a partir de la unión con pegamento líquido de las curvas de nivel en que fue seccionado el modelo virtual para su corte por control numérico. Se aplicó posteriormente pasta resanadora y se lijaron las imperfecciones hasta obtener una superficie regular, lo que permitió obtener la carcasa a partir de termoformar la hoja de estireno, la cual fue finalmente pintada con aerosol una vez que la pinza sujetadora y el logo de Bee Hero fueran añadidos.</p>

Tabla 7.4: Procesos de manufactura realizados para los componentes del modelo final del recolector de abejas. 1 de 2

Componente	Materiales	Procesos de manufactura	Construcción
Soporte interno con motor y cable de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> Madera de pino de 1 in grosor. Carrete de para cable Cable 12 m de longitud. Motor universal de 1200 W de aspiradora Electrolux modelo ZUSG3901. Pijas de madera. Pegamento blanco. Fusible de 10 A. 	<ul style="list-style-type: none"> Corte Lijado 	Debido a que la carcasa del motor fue diseñada externamente, no contaba con la estructura interna para el ensamble con el motor, por lo que se construyó una estructura de madera cuyo espesor fue seleccionado para cubrir la mayor área posible, a manera de abrazadera (generando con lijas secciones de cilindro según el diámetro necesario), de la sección cilíndrica del motor, para evitar flexión en las barras y el agrietamiento de las mismas por efecto de las pijas. Fue construida en una configuración tipo L para soportar el par de arranque del motor y para transmitir su peso al respaldo del recolector, elemento más cercano sólido en el cual fue posible realizar su unión con pijas.
Base inferior de recolector para ventilación	<ul style="list-style-type: none"> Mdf de 3 mm de espesor. Pintura en aerosol gris primario. Pintura en aerosol amarillo. 	<ul style="list-style-type: none"> Corte láser Lijado Pintado Pegado 	Uno de los elementos más sencillos de construir en el recolector. Una vez obtenido un modelo físico con corte láser, se lijaron sus cantos se pintó, colocando previamente gris primario, con aerosol amarillo y se pegó a la base de la carcasa del motor.
Cople para manguera	Mdf de 3 mm de espesor. Pegamento líquido. Cianocrilato.	<ul style="list-style-type: none"> Corte láser Pegado Resanado Lijado Pintado 	Por medio de corte láser se obtuvieron las curvas de nivel, las cuales fueron unidas con pegamento blanco y así lograr el modelo físico. Se procedió a rellenar los espacios entre capas con pasta resanadora y se lijaron los excesos de ésta una vez que secó. Se aplicó gris primario y negro mate y finalmente se pegó a la tapa superior del recolector con cianocrilato.
Manguera con boquilla	<ul style="list-style-type: none"> Manguera y extensión tipo esquinero de aspiradora Dyson modelo Ball Animal 2. Boquilla de aspiradora electrolux modelo Lite (LIT21). Interruptor para final de carrera con rodillo, de 1 polo y 2 tiros. Par de leds ultrabrillantes de 10 mm: rojo y verde. Alambre calibre 22. Soldadura de estaño-plomo. Estireno calibre 60. Pintura en aerosol negro mate. 	<ul style="list-style-type: none"> Barrenado Pegado Soldado 	Una vez que los leds y el interruptor fueron soldados a la longitud necesaria de alambre para llegar a la fuente de voltaje en el primer caso y para accionar el motor en el segundo, se barrenó la boquilla para introducirlos en ésta, haciéndolos emerger desde su interior. Debido a que la boquilla y el esquinero no eran de la misma marca, se construyó un cople para el segundo con una sección rectangular de estireno, logrando así el diámetro de la primera. Finalizado lo anterior, se pintaron ambas piezas con pintura en aerosol.
Correas para hombros	<ul style="list-style-type: none"> Correas prfabricadas de mochila. Descosedor. Hilo. Aguja. 	<ul style="list-style-type: none"> Cosido 	Se cosieron a las ranuras correspondientes del respaldo las correas extraídas de una mochila que tuviera un par broches a mitad del torso.

Tabla 7.4: Procesos de manufactura realizados para los componentes del modelo final del recolector de abejas. 2 de 2

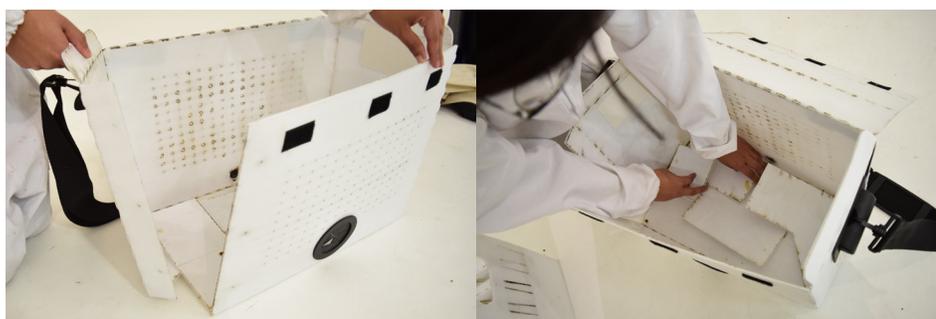


a	b
c	d
f	g
h	

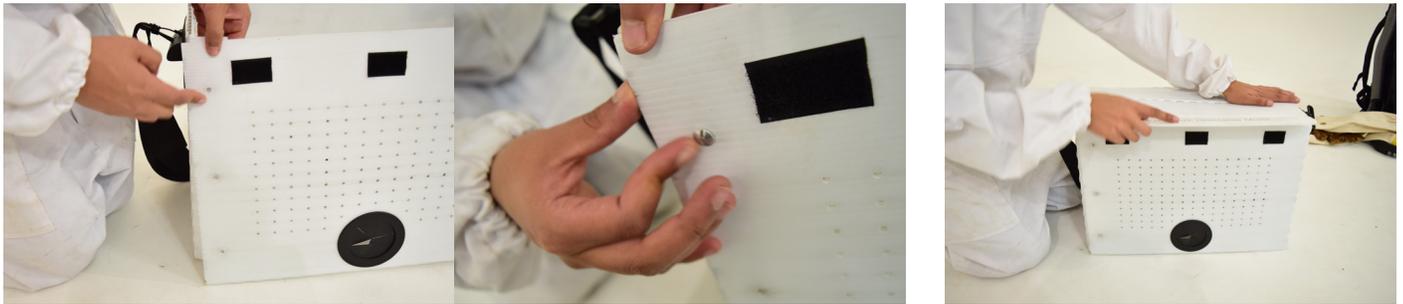
Figura 7.26: a) Proceso de pegado y lijado para el contenedor del recolector de abejas. b) Contenedor durante proceso de pintado. c) Molde creado para obtención de la carcasa del motor por termoformado d) Pegado del componente para sujeción de la manguera e) Vista de la carcasa pintada con el logo de Bee Hero. f) Ranurado de carcasa del motor. g) Construcción de soporte para motor y unión con respaldo. h) Vistas de la boquilla para el recolector de abejas sin extensión tipo esquinero.

Componente	Materiales	Procesos de manufactura	Construcción
Almacenador externo	<ul style="list-style-type: none"> • Coroplast blanco de 3mm de espesor. • Velcro negro de 5cm de ancho. • Postes de aluminio de 0.5 in • Silicón caliente. • Membranas para conexión. 	Corte láser Doblado Pegado	Se realizó primeramente el corte láser del contenedor de acuerdo al modelado 3D generado previamente. Completada la operación, se dobló siguiendo el patrón que daría forma al contenedor, uniendo sus extremos con postes de aluminio. Finalmente se colocaron segmentos de velcro para hacer posible el cierre y apertura estable, las agarraderas en los laterales para su sujeción y las membranas frontal y trasera para su conexión con el recolector de abejas y con el módulo inteligente, respectivamente.
Soporte interno para panales	<ul style="list-style-type: none"> • Coroplast blanco de 3mm de espesor. 	Corte láser	Para este elemento sólo fue necesario realizar el corte láser de la estructura tipo biombo y de las tapas y ensamblarlas, según el modelo virtual.
Agarraderas	<ul style="list-style-type: none"> • Polipropileno blanco de 1 mm de espesor. • Correa de nylon con soporte de goma 2m de longitud y 5.4 de ancho. • Lámina de PVC de 3mm de espesor. • Cianocrilato. • Bocarbonato de sodio. • Pintura en aerosol negro mate. • Ganchos plásticos de 2 in. 	Corte Ligado Pintado	Por la complejidad de la pieza, se decidió imprimir las vistas relevantes y formar en frío, siguiendo los patrones, el polipropileno y el PVC, uniéndolos con cianocrilato, para posteriormente lijar los cantos de la pieza y pintarla. Finalmente, se colocó en cada una del par uno de los ganchos plásticos que se unieron a los extremos de la correa con soporte.

Tabla 7.5: Procesos de manufactura realizados para los componentes de la panalera.



a b Figura 7.27: a) Coroplast cortado con el patrón de la panalera. b) Armado de panalera siguiendo las líneas de doblez.



a	b
c	
d	e

Figura 7.28: a) Aseguramiento de extremos en la panalera con postes torneados de aluminio. b) Contenedor externo de la panalera ensamblado. c) Secuencia de armado para el soporte interno, doblado de la estructura principal e inserción de la misma en ranuras de las tapas. d) Manufactura de las agarraderas de la panalera. e) Ensamble de correa en agarraderas.

7.7.1 Resultados de manufactura y secuencia de uso

Después de la manufactura efectuada, se cumplió con el objetivo de construir un prototipo alfa y beta que demostraron la usabilidad y funcionalidad limitada de dos de los productos que componen el servicio Bee Hero. En el caso del recolector se obtuvo un prototipo alfa con capacidad de succión, respecto a la panalera el prototipo beta obtenido podría ser utilizado de manera real para el almacenamiento de panales removidos.

Además de las imágenes que se muestran a continuación donde se pueden visualizar algunos detalles de la primer propuesta para los productos finales, se añadieron para ambos casos, recolector de abejas (Figura 7.29) y panalera (Figura 7.30), un conjunto de ilustraciones para demostrar los pasos que tienen que efectuarse para el uso de cada prototipo.



a	b
c	e

Figura 7.29: a) Vistas combinadas del recolector de abejas. b) Vistas a detalle del cople en la parte superior para la manguera (izquierda), del cable retráctil (central) y de la boquilla sujeta en la carcasa del motor (derecha). c) Colocación del recolector de abejas y aseguramiento con los broches en las correas. d) Desprendimiento de la boquilla del recolector para iniciar rescate de abejas, haciendo uso de la flexibilidad de la manguera retráctil. e) Sujeción de recolector por sus costados con guantes de protección.



a	b	c
d	e	g

Figura 7.30: a) Elementos que componen la panalera en su configuración de transporte (izquierda) y uso (derecha). b) Ingreso de soporte para panales al contenedor externo. c) Proceso de apertura de tapa y su aseguramiento en la parte posterior de la panalera, evitando que estorbe mientras los panales sean recolectados. d) Vista a detalle de tapa doblada a manera de biombo y sujeta por velcros. e) Ingreso de panales. f) Sujeción de la panalera una vez que haya sido retirada la correa. g) Extracción de soporte con panales mientras se utilizan guantes.

7.8 Pruebas con usuarios de prototipos finales

Como una última oportunidad para validar los prototipos finales, se acudió de nuevo a una estación de bomberos para realizar pruebas con el recolector de abejas y la panalera; no fueron del servicio completo debido a que no se contó con el tiempo necesario para que los bomberos recibieran una llamada, realizaran el rescate con el equipo para que, posteriormente, un profesional reubicara la colonia, además de que el módulo inteligente no fue construido y no sería entonces posible resguardar a la misma el tiempo necesario hasta el arribo del apicultor. Se decidió entonces que las pruebas fueran de usabilidad y funcionalidad limitada; durante su realización se observó si los usuarios tenían el mismo tipo de complicaciones que con los simuladores anteriores o si les era más fácil colocarse el equipo, manipularlo, cargarlo, moverse con él y los tiempos necesarios para ello.

Antes de mencionar las actividades que conformaron las pruebas, cabe aclarar que los bomberos utilizaron los dispositivos ensamblados en todo momento, por lo que se desconoce si las aseveraciones sobre su construcción (sencilla y rápida) son totalmente correctas o si necesitan de una nueva iteración (la cual está incluida en la fase 0 del proyecto, y que se detalla en la sección siguiente). El protocolo a seguir esta ocasión inició en un momento diferente a las pruebas anteriores: una vez que se dio a los bomberos el aviso (falso positivo) de una colmena reportada, éstos equiparían el vehículo ligero con el recolector y la panalera (Figura 31.a). Una vez en el domicilio (se utilizó de nuevo el espacio de pruebas anteriores), se realizó el rescate en uno de los escenarios más difíciles: sobre una escalera para acceder a la parte inferior de la copa de un árbol. En esta etapa se actuó según la propuesta de Bee Hero: primeramente se recolectaron a las abejas (Figura 31.b) y después se removieron los panales (Figura 31.c); la captura de obreras fue una simulación como en las pruebas anteriores y la de panales fue real, ya que se colocaron panales de cría y miel en las ramas del árbol.

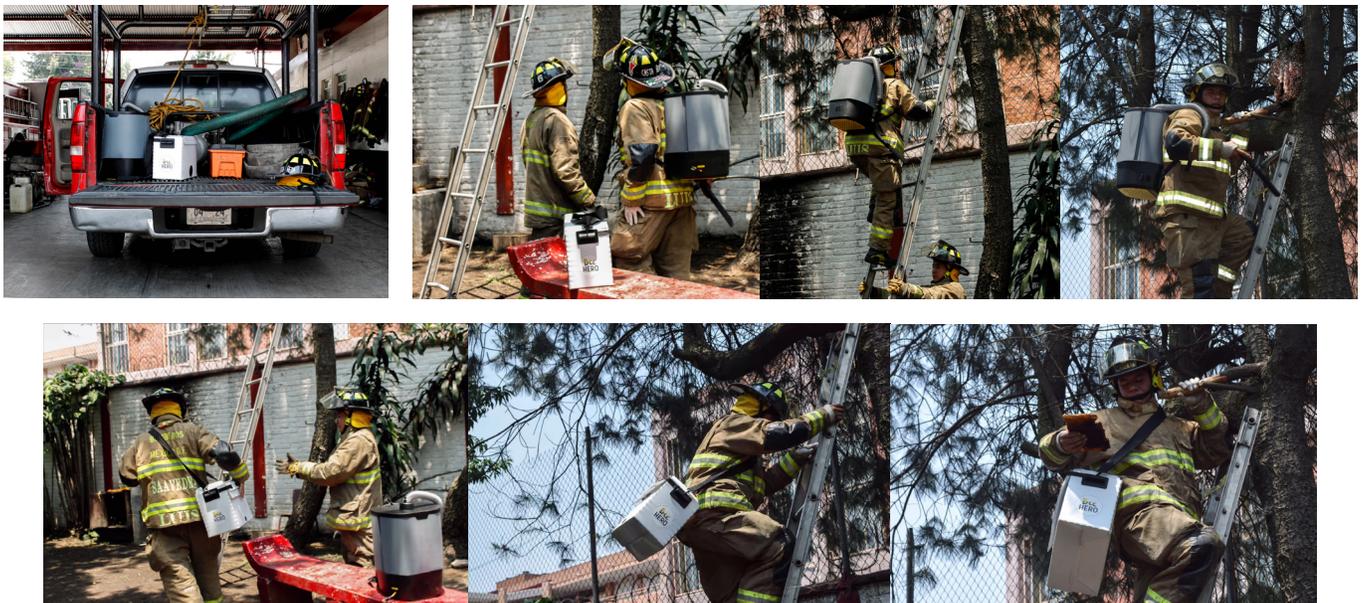


Figura 7.31 a) Demostración de espacio ocupado por el equipo de rescate en el vehículo ligero de los bomberos. b) Uso del recolector de abejas por parte de los bomberos en un escenario crítico. c) Utilización de la panalera para recolección de celdas melarias o de cría.

Observaciones:

- El volumen del equipo ensamblado no superó el espacio disponible en el vehículo ligero.
- Los dispositivos soportaron la manipulación ruda de los bomberos mientras éstos últimos los colocaban en el vehículo.
- Equipar la camioneta con el recolector y la panalera no requirió más de 30 segundos.
- El bombero pudo colocarse el recolector de abejas sin ayuda, lo realizó en menos de 20 segundos.
- La ubicación de la manguera no requirió mucha atención del bombero para sujetarla.
- Las dimensiones y ubicación del recolector no dificultaron la movilidad del bombero.
- La panalera fue de fácil colocación.
- El velcro permitió sujetar la tapa mientras el bombero ingresaba los panales.
- El espacio interno fue suficiente para no complicar el ingreso de las celdas con cría y miel.
- Su peso y fácil manejo dieron libertad al bombero para usar sus manos en otras actividades.
- La empuñadura fue cómoda y fácil de sostener.
- La boquilla permitió acceder a lugares pequeños.
- La panalera tuvo dimensiones adecuadas para ser cargada y trasladada.

7.9 Modelo de negocio (CANVAS)

Conjuntamente con el servicio y el equipo necesario para que éste se lleve a cabo, se diseñó el modelo de negocios que permitiera la viabilidad de todo el sistema. Dado que Bee Hero busca prioritariamente un impacto en el medio ambiente y a largo plazo a nivel social, se descubrió que estos objetivos forman parte de los requisitos que la Unión Europea (más información en Apéndice P) ha estipulado para lo que se conoce como empresa social: es aquella que, además de representar un impacto positivo en el medio ambiente o en la sociedad, resulta rentable como negocio [111], es un complemento a la empresa tradicional y no busca reemplazarla, sino coexistir con ella [112].

Desgraciadamente, el término “empresa social” no es un concepto legalmente aceptado para su registro en México, por lo que se decidió cumplir los distintos objetivos de Bee Hero a través de un modelo híbrido entre una Sociedad Anónima (Bee Hero) y una Asociación Civil (Fundación Bee Hero).

Sociedad Anónima Bee Hero

Esta organización estará encargada de desarrollar completamente la funcionalidad de los productos, con el fin de que estos puedan ser probados en condiciones reales y que garanticen el éxito en los rescates. Además, será la responsable de la producción de los diversos dispositivos, así como su venta o renta a la Fundación Bee Hero y del mantenimiento periódico que pueda requerir. Los recursos para lograr lo anterior provendrán de las siguientes fuentes:

- Campañas de *crowdfunding*
- SAGARPA
- Fundación Bee Hero
- Apicultores

En cuanto a las distintas áreas que se visualizaron inicialmente para las actividades de esta sociedad, se propuso el siguiente esquema:



Figura 7.32: Primera propuesta de esquema organizacional para la Sociedad Anónima.

Asociación civil Fundación Bee Hero

De manera complementaria a la S.A., esta fundación no sólo estará encargada de adquirir los productos para los rescates, sino que será la responsable de la distribución de éstos, capacitará a los bomberos para la correcta manipulación de las colonias reportadas y será propietaria de la aplicación para *smartphones*, que se enlazará con el módulo inteligente y además será el medio de comunicación con los apicultores registrados en el padrón de SAGARPA, asegurando que quienes adquieran los rescates sean profesionales con la experiencia necesaria para el correcto manejo de la especie. Las fuentes monetarias para su sustento son las siguientes:

- Donativos de apicultores por colmenas
- Eventos de recaudación de fondos
- Difusión en Redes Sociales (RS)
- Alianzas con Empresas Socialmente Responsables (ESR) (Apéndice Q)

Estos ingresos permitirán, alcanzada la última fase de implementación (descritas más adelante), la creación de un programa para impacto en comunidades rurales, que consistirá en la compra, por parte de las ESR aliadas, de las colmenas que no hayan sido adquiridas por los apicultores en un plazo de cinco días (lo que evita una saturación del módulo inteligente), con el fin de que éstas sean proporcionadas, junto con la correspondiente capacitación para su cuidado, a comunidades de bajos recursos para fomentar su crecimiento económico y la mejora en su calidad de vida.

Para lograr todo lo anterior, se realizó al igual que para la S.A. un primer planteamiento de las áreas que serán necesarias para cumplir con las actividades recién mencionadas:



Figura 7.33: Primera propuesta de esquema organizacional para la Asociación Civil.

Como se puede notar, la propuesta de un organigrama para cada organización de Bee Hero involucra factores que, de establecerse estratégicamente, serán fuente de relaciones, actividades y recursos clave para el éxito de ambos, A.C. y S.A. Con el fin de plantear de una manera más clara lo anterior junto con la propuesta de valor y los segmentos de clientes a los que está dirigido Bee Hero, se planteó el modelo de negocio basado en la estructura que propone Alexander Osterwalder: un esquema conocido como CANVAS que está conformado por nueve bloques que muestran, de manera sencilla, cómo una organización crea, entrega y captura valor a través de relaciones con sus clientes y aliados, analizando a su vez las fuentes de ingresos y aquellas que son motivos de costos (Figura 7.34).

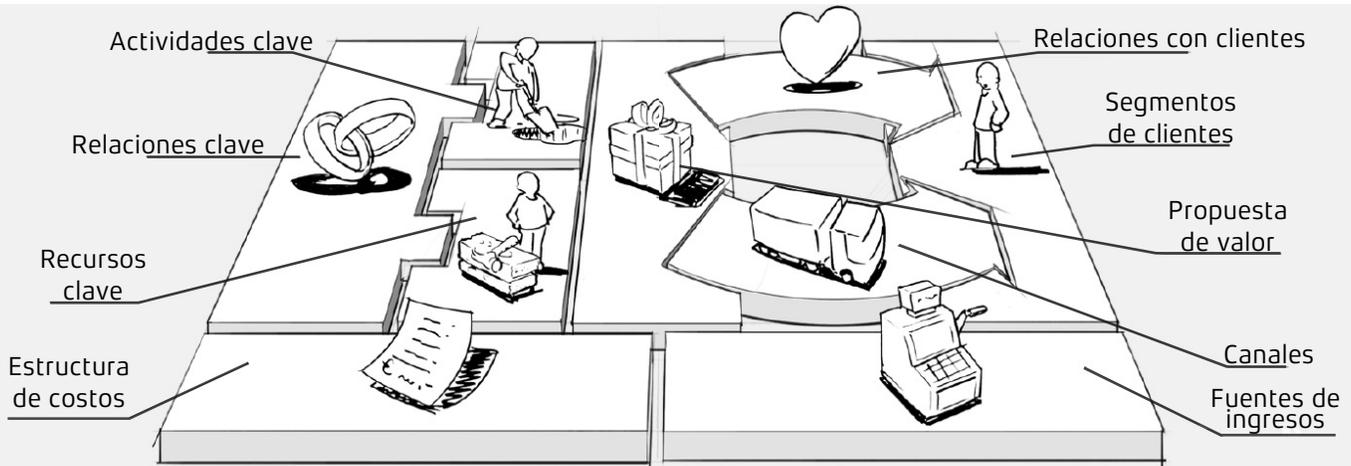


Figura 7.34 Representación de CANVAS propuesta por Alexander Osterwalder [1111].

Como puede notarse, ambas organizaciones tienen fuentes de ingreso y costos diferentes, lo que implica que cada una debe establecer diferentes relaciones y ejecutar diferentes actividades para llevar a los segmentos de clientes las propuestas de valor correspondientes. Las tablas 7.6 y 7.7 muestran el canvas para la Sociedad Anónima y para la Asociación Civil, respectivamente.

Relaciones clave	Actividades clave	Propuesta de valor	Relaciones con clientes	Segmentos de clientes
Obtención de recursos: • SAGARPA. Producción: • Proveedores. • Maquiladores. Alianzas: • Centros de investigación en abejas. • Apicultores. • Fundación BeeHero.	<ul style="list-style-type: none"> Investigación y desarrollo de equipo. Producción (externa) del equipo desarrollado. Renta y venta de equipo. Organización de campañas de crowdfunding. 	Facilitar la recolección, almacenamiento y transporte de colmenas silvestres ubicadas en la ciudad, por medio del diseño, venta y renta de equipo especializado, así como una logística para su distribución.	<ul style="list-style-type: none"> Redes sociales 	<ul style="list-style-type: none"> SAGARPA. Bomberos. Fundación Bee Hero. Rescatistas de colmenas. Apicultores. Controles de plagas.
	Recursos clave Físicos: <ul style="list-style-type: none"> Taller de diseño y prototipado. Bodega para almacenamiento. Vehículo de transporte. <ul style="list-style-type: none"> Humanos. <ul style="list-style-type: none"> Intelectuales. 		Canales <ul style="list-style-type: none"> Venta en línea. Página de internet. Aplicación para smartphone. 	
Estructura de costos <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de equipo. Mantenimiento. Distribución. Producción. Salarios. Sueldos. 		Fuentes de ingresos <ul style="list-style-type: none"> Venta, renta y distribución de equipo. SAGARPA. 		

Tabla 7.6: Primera propuesta de CANVAS para la S.A.

Relaciones clave	Actividades clave	Propuesta de valor	Relaciones con clientes	Segmentos de clientes
Recursos: <ul style="list-style-type: none"> Bee Hero Empresas socialmente responsables 	<ul style="list-style-type: none"> Implementación del servicio Bee Hero. Eventos para recaudación de fondos. Concientización. Programa de impacto a comunidades rurales. Difusión. Búsqueda de alianzas. 	Impulsar la apicultura aprovechando el canal de comunicación existente entre la ciudadanía y los bomberos, concientizando a la primera y capacitando a los segundos para cambiar la remoción que hoy realizan por el rescate de colmenas silvestres ubicadas en la ciudad, creando además una logística en la que participan apicultores para reubicar las colonias salvadas.	<ul style="list-style-type: none"> Asistencia personalizada Venta en línea de productos 	<ul style="list-style-type: none"> Ciudadano que reporta una colmena para su remoción. Apicultores.
Implementación del servicio: <ul style="list-style-type: none"> SAGARPA Bomberos Asociaciones de apicultores Instituto del medio ambiente Gobierno 	Recursos clave		Canales	
Físicos: <ul style="list-style-type: none"> Oficina Costos fijos Humanos <ul style="list-style-type: none"> Humanos Virtuales: <ul style="list-style-type: none"> Página de internet. Aplicación para <i>smartphone</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Redes sociales Estaciones de bomberos Página de internet Aplicación para <i>smartphone</i> 			
Estructura de costos <ul style="list-style-type: none"> Marketing Inmueble para oficina Eventos de recaudación Asesorías Compra de productos Bee Hero Sueldos y salarios Implementación de programas 		Fuentes de ingresos <ul style="list-style-type: none"> Donativos de apicultores por colmenas Donativos de empresas Eventos de recaudación de fondos Programas de apoyo 		

Tabla 7.7: Primera propuesta de CANVAS para la A.C.

Una vez obtenidos los CANVAS, el equipo se dio cuenta que aunque éstos ofrecen una visión general de una empresa, no permiten representar los tiempos necesarios para efectuar cada una de las actividades clave para lograr con los objetivos planteados. Además, debido a que la implementación de los programas sociales requiere del fortalecimiento paulatino de ambas organizaciones, se desarrolló un plan de implementación que permitiera analizar la posibilidad de crecimiento de acuerdo a las cuatro fases propuestas:

Desarrollo y producción: se diseñarán a detalle los dispositivos para el rescate, así como la puesta en producción de los componentes necesarios para llevar a cabo el programa piloto.

Programa piloto: una vez con el inventario suficiente, se probará el servicio Bee Hero en cinco de las 16 estaciones de bomberos, ubicadas estratégicamente en la zona norte, sur, oriente, poniente y centro de la Ciudad de México, buscando facilitar con esto el traslado de los apicultores.

Implementación: una vez comprobada la efectividad de Bee Hero reflejada en el interés de la ciudadanía por reportar las colmenas para su rescate y en los apicultores por su frecuencia de adopción, se habilitará el servicio en todas las estaciones de bomberos de la capital mexicana.

Expansión: Bee Hero estará listo para ser implementado en cinco estados de la República, paralelamente a que se iniciará con el programa de impacto a comunidades rurales.

Las actividades y resultados de la A.C. y S.A. se muestran en la siguiente tabla:

Fase		Actividades de startup	Actividades de Acosición civil	Resultados de fase
Desarrollo (6 meses)	0	<ul style="list-style-type: none"> • Constitución de la empresa. • Obtener financiamiento para el desarrollo por parte de SAGARPA. • Desarrollo de productos (aspiradora versión beta, contenedor de lonjas y módulo inteligente). • Pruebas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Constitución como A.C. • Búsqueda de alianzas (organizaciones sin fines de lucro). • Generar base de datos de apicultores, organizaciones, instituciones interesadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planos y especificaciones de todos los productos desarrollados.
Producción (6 meses)		<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de proveedores y maquiladores. • Diseño de moldes. • Fabricación de moldes. • Fabricación de piezas. • Ensamblaje. • Empaque. • Logística de distribución. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción de Bee Hero. • Acercamiento a SAGARPA para la implementación del servicio en fase 1. • Desarrollo de la plataforma. 	<ul style="list-style-type: none"> • 20 aspiradoras • 10 módulos • 1200 contenedores de panal
Programa piloto (6 meses)	1	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de equipo en 5 estaciones de bomberos en la Ciudad de México. • Instalación de equipo en las 5 estaciones de bomberos en la Ciudad de México. • Stock de contenedores y módulos. • Preparar campaña de crowdfunding 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación para bomberos. • Compra de los productos necesarios para abastecer a 5 estaciones de bomberos. • Implementación de programa piloto. • Promoción en redes sociales. • Organización de evento para recaudación de fondos. • Planeación de programa Impacto a Comunidades Rurales* (para más información ver al final de esta sección) . 	<ul style="list-style-type: none"> • Aproximado de 360 bomberos capacitados. • Entre 1920 y 3840 colmenas rescatadas. • Ingresos desde \$224 000 hasta \$640 000 por donativos de colmenas. • Información: porcentaje de colmenas no compradas y productivas. • Productos listos para venta y renta. <p><i>Stock limitado:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 aspiradoras. • 4000 contenedores de panal. • 35 módulos.

<p>Implementación en Ciudad de México (18 meses)</p> <p>2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución, instalación de equipo en las 11 estaciones de bomberos faltantes en la Ciudad de México. • Preparación para campaña de <i>crowdfunding</i> • Constitución de empresa en EE.UU. • Campaña <i>crowdfunding</i> • Análisis de mercado para expansión comercial . • Búsqueda de financiamiento por parte de SAGARPA para el desarrollo de nuevos productos. • Desarrollo de productos para ampliar el mercado (enfocados a quitar enfermedades). • Renta y venta de equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación del servicio Bee Hero en las 11 estaciones de bomberos faltantes en la Ciudad de México. • Documentación del servicio para réplica. • Búsqueda de alianzas con Empresas Socialmente Responsables, centros de investigación, universidades, etc. • Implementación del programa Impacto en Comunidades Rurales. • Organización de eventos para recaudación de fondos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aproximado de 1440 bomberos capacitados. • Entre 16 685 y 33 371 colmenas rescatadas. • Ingresos desde \$ 3,337,000 hasta \$6,674,000 por donativos de colmenas. • Reportes de impacto para las ESR. • Porcentaje de incremento de colmenas productivas. • Recursos para producción a mayor escala (exportación). • Productos que ataquen enfermedades de abejas.
<p>Expansión (24 meses)</p> <p>3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Venta y Renta de equipo. • Distribución de equipo. • R&D de nuevos equipos. • Búsqueda de capital. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réplica del programa Bee Hero en otros estados • Monitoreo del impacto en el programa Impacto en comunidades rurales. • Planteamiento de modelo de servicio para otros países. • Organización de eventos para recaudación de fondos. 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 estados en la república con Bee Hero operando. • Aroximado de 26 estaciones con Bee Hero y 2340 bomberos capacitados. • Entre 24 960 y 49 920 colmenas rescatadas. • Ingresos desde \$7,488,000 hasta \$14,976,000 por donativos de colmenas. • Tres comunidades rurales con apicultores capacitados. • Documento con resultados de las colmenas rurales monitoreadas. • Planteamiento de modelo de negocio para otros países.

Tabla 7.8: Fases de implementación visualizadas para Bee Hero, *startup* y A.C.

7.10 Análisis financiero

Junto con el planteamiento del CANVAS de Bee Hero se realizó un análisis general que permitiera demostrar, económicamente, la viabilidad económica del proyecto. De manera superficial, y consultando a conocedores del tema, se enlistaron aquellos aspectos de relevancia que representarían la mayoría de gastos de ambas partes, S.A. y A.C. Aspectos tales como el costo para el diseño de detalle, la producción del inventario suficiente para la fase piloto y las subsecuentes, la distribución de los productos y los gastos generales por uso de inmueble, mantenimiento y campañas de *crowdfunding* fueron contempladas y estimadas en las Tablas 7.9 y 7.10, primeramente para la Sociedad Anónima y después para la Asociación Civil.

	Desarrollo Fase 0 (1 año)	Piloto Fase 1 (6 meses)	Implementación Fase 2 (18 meses)	Expansión Fase 3 (24 meses)
Investigación y desarrollo				
Diseño	\$1,252,000.00	0	0	0
Mejoras	0	\$868,000.00	\$1,828,000.00	\$1,444,000.00
Total	\$1,252,000.00	\$868,000.00	\$1,828,000.00	\$1,444,000.00
Producción				
Aspiradoras	\$356,454.33	0	\$56,454.33	\$644,543.30
Módulos	\$119,907.44	0	\$244,814.87	\$1,224,074.36
Contenedores Panel	\$111,600.00	0	\$956,160.00	\$2,116,500.00
Porta Contenedores	\$7,500.00	0	\$6,250.00	\$5,150.00
Total	\$595,461.77	0	\$1,263,679.20	\$3,990,267.66
Distribución				
Logística	0	\$63,400.00	\$154,400.00	\$303,600.00
Instalación / mantenimiento	0	\$5,201.28	\$87,480.00	\$357,120.00
Total	0	\$68,601.28	\$241,880.00	\$660,720.00
Gastos Generales				
Asesorías	0	0	\$30,000.00	\$30,000.00
Bodega Stock	\$5,354.00	\$16,062.00	\$48,186.00	\$64,248.00
Trámites	\$5,704.00	0	0	0
Campaña Crowdfunding	0	0	\$50,000.00	0
Mantenimiento	\$0.00	\$5,000.00	\$10,000.00	\$20,000.00
Total	\$11,058.00	\$21,062.00	\$318,186.00	\$114,248.00
Costos totales	\$1,858,519.77	\$957,663.28	\$3,651,745.20	\$6,209,235.66
10% Añadido	\$2,044,371.74	\$1,053,429.61	\$4,016,919.72	\$6,830,159.22

Tabla 7.9: Análisis financiero de gastos para S.A.

	Desarrollo Fase 0 (1 año)	Piloto Fase 1 (6 meses)	Implementación Fase 2 (18 meses)	Expansión Fase 3 (24 meses)
Infraestructura				
Inmueble	\$360,000.00	\$180,000.00	\$540,000.00	\$720,000.00
Material	\$382,098.00	\$5,000.00	\$5,000.00	\$24,000.00
Total	\$742,098.00	\$185,000.00	\$545,000.00	\$744,000.00
Marketing				
Publicidad	\$10,000.00	\$8,000.00	\$20,000.00	\$20,000.00
Comunicólogo	\$120,000.00	\$60,000.00	\$180,000.00	\$240,000.00
Total	\$130,000.00	\$68,000.00	\$200,000.00	\$260,000.00
Gastos Generales				
Administración	\$216,000.00	\$108,000.00	\$180,000.00	\$240,000.00
Asesorías	\$30,000.00	\$30,000.00	\$30,000.00	\$30,000.00
Otros	\$5,568.00	\$2,568.00	\$3,852.00	\$5,136.00
Eventos para recaudación de fondos	0	\$100,000.00	\$200,000.00	\$300,000.00
Aspiradoras	0	\$150,000.00	\$330,000.00	\$300,000.00
módulos	0	\$75,000.00	\$165,000.00	\$150,000.00
Contenedores	0	\$120,000.00	\$1,152,000.00	\$2,500,000.00
Programa Comunidades Rurales	0	0	\$20,000.00	\$200,000.00
Total	\$251,568.00	\$585,568.00	\$2,080,852.00	\$3,725,136.00
Costos totales	\$1,123,666.00	\$838,568.00	\$2,825,852.00	\$4,729,136.00
10% añadido	\$1,236,032.60	\$922,424.80	\$3,108,437.20	\$5,202,049.60

Tabla 7.10: Análisis financiero de gastos para A.C.

En cuanto a los ingresos, se contempló que la fuente principal sería realizar una solicitud para participar en el componente de innovación y desarrollo tecnológico de SAGARPA que fue mencionado en C3, en el cual la secretaría puede otorgar un apoyo de hasta el 80% en proyectos que no superen una cotización de hasta 10 millones de pesos (Figura 7.35). Suponiendo entonces que se presenten las fases 0 a 3 del proyecto de la S.A. (lo que supera por poco siete millones) y se contempla que el apoyo no alcanzará el 80% sino el 56%, se obtendrán entonces cinco millones de pesos que podrían ser utilizados para sostener casi las primeras dos fases de la asociación civil y de la sociedad anónima, esto sin contar los ingresos que se podrían generar durante los 18 meses que las comprenden. Sólo se contemplan aportaciones provenientes de programas de apoyo de ESR durante la primera fase de la A.C. porque esta entidad no tiene preponderantemente

un objetivo económico (no puede obtener lucro de operaciones financieras) y porque durante la primera fase la fundación no será muy conocida, lo cual se reflejó en la ausencia de entradas económicas. Se presenta en el siguiente par de tablas (7.11 y 7.12) los ingresos y aportaciones estimados para ambas entidades del proyecto Bee Hero durante las cuatro fases del proyecto.

i. Personas Morales

CONCEPTOS DE INCENTIVO Porcentajes y Montos Máximos

I. Proyectos para la investigación, y desarrollo tecnológico, conforme la Agenda Nacional de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología Agrícola	Hasta el 80% del total del proyecto, sin rebasar \$10'000,000.00 (diez millones de pesos 00/100 M.N.)
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 7.35: Enunciado de fondos en potencia que SAGARPA asigna a proyectos de investigación y desarrollo tecnológico [114].

	Fase 0	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Fuente de ingreso				
SAGARPA	\$5,000,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Venta equipo	0	\$124,825.00	\$1,546,015.00	\$4,162,450.00
Renta Equipo	0	0	\$10,000.00	\$40,000.00
Crowdfunding	0	0	\$3,500,000.00	0
Ingresos totales	\$5,000,000.00	\$124,825.00	\$5,056,015.00	\$4,202,450.00

Tabla 7.11: Ingresos visualizados para A.C. durante las fases propuestas.

	Fase 0	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Aportaciones				
Empresas	0	\$500,000.00	\$1,000,000.00	\$1,000,000.00
Eventos de Recaudación	0	\$100,000.00	\$200,000.00	\$300,000.00
Donativo Colmenas	0	\$100,000.00	\$2,304,000.00	\$4,992,000.00
Programas de apoyo*	\$500,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Total de aportaciones	\$500,000.00	\$700,000.00	\$3,504,000.00	\$6,292,000.00

Tabla 7.12: Ingresos visualizados para S.A. durante las fases propuestas.

7.11 Indicadores de impacto

Como una manera de ver reflejado el impacto que tendría el servicio Bee Hero sobre los apicultores, de quienes sólo se ha mencionado que adquieren las colonias rescatadas, pero no si realmente representa un aumento en los practicantes y en la producción, se realizó un estudio sobre el crecimiento que tendría la apicultura a corto, mediano y largo plazo. Primeramente, y a manera informativa, en México se ven beneficiadas por la crianza de abejas a más de 42 mil familias, que trabajan un aproximado de 1.9 millones de colmenas [115]. Por otra parte, aunque SAGARPA cuenta con el programa PROGAN Productivo para apoyo económico a apicultores, hay que recordar que dicho estímulo es otorgado al apicultor que, además de estar registrado en el padrón correspondiente, debe contar con un mínimo de 10 colmenas, siendo la magnitud del estímulo de acuerdo al número de colmenas que muestra la Figura 7.36.

Concepto	Montos Máximos		
a) En efectivo por vientre o colmena en inventario de ganado bovino, ovino, caprino, cunícola, porcino o apícola.	Estrato A. Para personas físicas o morales de la siguiente manera:		
	Especie	Vientres o colmenas en inventario autorizadas por solicitud	Apoyo por vientre o colmena autorizado
	Bovinos carne y doble propósito	1-35	\$300.00
	Bovinos Pequeña Lechería Familiar	5-35	\$300.00
	Ovinos	25-175	\$76.00
	Caprinos	30-210	\$63.00
	Abejas	10-175	\$76.00
	Conejos	3 - 200	\$ 30.00
	Cerdos	15 - 105	\$ 117.00
	Estrato B. Para personas físicas o morales de la siguiente manera:		
Especie	Vientres o colmenas en inventario autorizadas por solicitud	Apoyo por vientre o colmena autorizado	
Bovinos carne y doble propósito	36-100	\$250.00	
Ovinos	176-500	\$60.00	
Caprinos	211-600	\$50.00	
Abejas	176-500	\$60.00	
Conejos	201-600	\$ 20.00	
Cerdos	106 - 300	\$ 93.00	

Figura 7.36: Estímulos económicos que otorga SAGARPA a apicultores registrados en el programa PROGAN productivo, de acuerdo al tamaño de sus apiarios [116].

Además, si el apiario del apicultor tiene una población de colmenas que va desde 175 a 221 colmenas autorizadas, dicho productor recibirá un pago adicional por \$13,300; ambos estímulos se otorgan de manera anual y posterior a un censo sobre número de colmenas y productividad de cada apicultor registrado en el programa.

Antes de mencionar el impacto en la situación de empleo, de incremento en la productividad y en el área polinizada a corto y mediano plazo, se establecerá como una de las referencias en los análisis siguiente a los 7680 enjambres reportados anualmente por la ciudadanía, de los cuales se harán supuestos sobre el porcentaje de colmenas reportadas según el plazo del que se hable.

Corto plazo

Este periodo representa los empleos que se generarán en los primeros seis meses que componen la fase 1 donde se realizará el programa piloto del servicio, por lo que se estudiará entonces la cantidad de nuevos apicultores que podrían integrarse al PROGAN, ya que se ha observado que los pequeños productores no gozan de dichos apoyos económicos por no cubrir el mínimo necesario de colmenas autorizadas. Considerando que al tratarse de medio año se tendría una cifra tentativa de 3840 colonias reportadas (la mitad de los enjambres referencia), que la ciudadanía únicamente reportará el 75% de ellos, y que sólo se rescatará una tercera parte de éstos debido a que serán sólo 5 estaciones de bomberos (una estación por delegación, 16 delegaciones) donde el servicio sea probado, se tendrán entonces 960 enjambres rescatados. Si de esta cifra, se contemplan apiarios de 10 colmenas cada uno, entonces 96 nuevos apicultores podrían formar parte del programa. Contrastando estos resultados con algunos datos estadísticos extraídos de la lista de beneficiarios del PROGAN en la Ciudad de México en el año 2014 (número de apicultores y colmenas) [117], esta etapa representa:

Concepto	Actualmente	Potencial con fase piloto	Porcentaje
Colmenas	3798	960	25%
Apicultores	69	96	139%

Tabla 7.13: Impacto visualizado en el aumento de apicultores y colmenas que podrían generarse a corto plazo de ser implementado Bee Hero.

Como puede observarse, en la fase piloto se podría propiciar un considerable aumento en la cantidad de apicultores que podrían dedicarse a esta actividad, así como en la posibilidad de pertenecer al programa de estímulos económicos. En cuanto a los porcentajes, puede observarse que el número de colmenas rescatadas en la fase piloto representa una cuarta parte del número de colmenas con que contaba la Ciudad de México en 2014.

Mediano plazo

Para obtener el indicador de impacto correspondiente, se contempló como escenario la fase 2 de implementación del modelo de negocios, donde todas las estaciones de bomberos en la ciudad contarán con el equipo de rescate y almacenamiento y que, del total de enjambres referencia, serán ahora reportadas por la ciudadanía en un 85%, lo que equivale a 6528 colmenas que serán rescatadas. Además, en esta ocasión se tomará como número base la cantidad de apicultores y colmenas en 6 localidades que se encuentran alrededor de la Ciudad de México, considerando que dichos puntos se encuentran aproximadamente a dos horas del centro de la ciudad, tiempo que estarían precisamente dispuestos los apicultores a transportarse para adoptar a las colmenas (recorrido completo de cuatro horas).

A continuación, se presenta en la Tabla 7.14 las localidades, número de apicultores y colmenas, y el tiempo entre cada una del centro capitalino. Nótese que la última columna a la derecha indica el porcentaje que representa el número de colmenas rescatadas con respecto a las existentes en

cada localidad, lo que permite observar cuántas veces podrían ser pobladas regiones del mismo tamaño que las de estudio.

Localidad	Tiempo al centro de la Ciudad de México (Horas)	Apicultores	Número de colmenas	Porcentaje de colmenas rescatadas
Puente de Ixtla (Morelos)	01:48	13	1104	591%
Huamantla(Tlaxcala)	02:01	28	1970	331%
Tulancingo de Bravo (Hidalgo)	01:49	2	280	2331%
Querétaro (Querétaro)	02:18	12	1600	408%
Puebla (Puebla)	01:40	9	1920	340%
Temascaltepec (Estado de México)	02:28	1	68	9600%
Total		65	6942	94%

Tabla 7.14: Incremento de colmenas que podrían generarse a mediano plazo con la implementación de Bee Hero [118].

Como puede observarse, rescatar anualmente 6528 enjambres anualmente, permitiría que cerca de 65 nuevos apicultores obtengan, al menos, un aproximado de 230 toneladas de miel (tomando como referencia la producción de una colmena de la Figura 5.3 lo que, como puede observarse, representaría el 94% de la producción actual en las cinco localidades de México que fueron seleccionadas.

Incremento en la productividad

Corto plazo

Tomando en cuenta los parámetros de estimación mencionados en el cálculo de impacto en situación de empleo, el aumento de productividad durante la fase piloto del servicio Bee Hero se estimó en un 25.2%, ya que de las 133 toneladas de miel que se producen aproximadamente en la Ciudad de México, se producirían 33.6 toneladas más.

Mediano plazo

Durante la fase de implementación en la Ciudad de México, y tomando de nuevo como referencia los resultados obtenidos en el cálculo de impacto sobre el empleo, el aumento en la cantidad de miel sería casi el doble, ya que el hecho de rescatar el 85% de los enjambres que anualmente reportaría la ciudadanía representa 228.5 toneladas de miel, lo que representa, como ya se mencionó, el 94% de la producción que actualmente se registra en las cinco entidades seleccionadas

Incremento en área polinizada

Corto plazo

En cuanto a la extensión territorial que podría ser polinizada, si se rescataran las 960 colmenas durante la etapa piloto, y suponiendo que cada una tiene un potencial de polinizar 0.044 hectáreas anualmente, durante los primeros seis meses se logrará un total de 167 hectáreas polinizadas.

Mediano plazo

Una vez implementado el equipo necesario en todas las estaciones de bomberos, y rescatando los 6528 enjambres, se permitirá que las abejas polinicen anualmente 287 hectáreas de vegetación extra a lo que las colmenas de las localidades de estudio polinizan hoy en día.

7.12 Síntesis presentación final sobre resultados del proyecto

Para finalizar el último ciclo del que constó el proyecto, se realizó una presentación donde se condensaron los resultados alcanzados. El primer punto que se trató en la ponencia fue una breve introducción, a través de un video, sobre la importancia que tienen las abejas y sus actividades (Figura 7.37a), así como el impacto que en distintos sectores tiene su constante desaparición. También se mencionó que distintos países, a través de políticas, iniciativas y proyectos, están haciendo frente a esta situación, fomentando el repoblamiento en apiarios o integrando a la vida de la ciudad a la apicultura (Figura 7.37b). Finalmente, y contrastando lo anterior, se hizo hincapié sobre las pocas acciones y carentes intentos que está realizando México para formar parte de esta red de salvamento a las abejas (Figura 7.37c).



Figura 7.37: a) Impacto de las abejas en la producción de algunos productos alimenticios. b) Programas internacionales para fomentar la protección de las abejas. c) Situación nacional de la apicultura en México.

Complementado al video, a su término se mencionaron datos duros sobre lo que significa para la Ciudad de México la pérdida de los casi 8000 enjambres que anualmente el cuerpo de bomberos extermina (Figura 7.38).



Tabla 7.38: Fases de implementación visualizadas para Bee Hero, startup y A.C.

En los siguientes minutos se explicó el objetivo de Bee Hero: una empresa social que hace posible el rescate y reubicación de colmenas silvestres en zonas urbanas, mediante la acción de tres principales agentes que, “conectados” con el servicio creado, intervienen en distintos momentos para garantizar el éxito en la salvación de colonias.

Ahora bien, una vez explicada la intervención de cada uno de los héroes durante el proceso de ubicación, rescate y reubicación del enjambre, se explicó entonces la secuencia del servicio antes y después de Bee Hero. Actualmente, si un ciudadano reporta un enjambre es porque lo considera una situación de riesgo y necesita que los bomberos lo eliminen, quienes con agua y jabón no sólo matan a las abejas adultas, sino que dañan irreparablemente los panales. Con Bee Hero, el proceso cambia y la colonia es rescatada.

Una vez aclarado esto a los espectadores, se mostró un video que detalló el funcionamiento de todo el servicio, sus distintas etapas, el uso de los distintos dispositivos y los resultados que se generan según la actividad, mostrando en cada momento las mejoras y beneficios que tiene el servicio para cada uno de los héroes participantes (Figura 7.39).



Figura 7.39: a) Recepción de llamada hecha por ciudadanía. b) Uso de recolector de abejas y panalera para rescate de colonia reportada. c) Reunificación de obreras capturadas con sus panales en el módulo de espera. d) Reubicación de la colmena a cargo de apicultor que haya recibido la notificación del rescate mediante la app.

Posteriormente, se explicaron los productos que componen el equipo de rescate para el bombero, presentando de manera física la panalera y funcionando parcialmente al recolector de abejas, explicando a través de imágenes (Figura 7.40) y con mayor detalle la parte interna de éstos y del módulo inteligente, el cual sólo fue desarrollado de manera conceptual.



Figura 7.40: Presentación de productos que conforman el equipo de rescate.

Previo al término, se explicó que para llevar a cabo este servicio fue necesario la creación de un modelo de negocios que fundamentara económicamente el proyecto y que comprobara su viabilidad económicamente. Primeramente, respecto a los entes jurídicos responsables de las actividades necesarias para brindar el servicio, se planteó un modelo híbrido compuesto por una sociedad anónima y una asociación civil. Respecto al plan de acción, se explicaron las cuatro fases de las que consta Bee Hero, donde se cubren aspectos tales como la búsqueda de financiamiento, implementación de una fase piloto en cinco estaciones de bomberos de la Ciudad de México para evaluar la respuesta del servicio, para después cubrir toda la megalópolis y buscar alianzas con ESR; esto para extender el servicio en otros estados de la República Mexicana y, finalmente, lograr dos cosas: detonar la economía en comunidades rurales a través del apoyo en especie y la capacitación necesaria para ejercer la apicultura y, como segunda, expandir la prestación del servicio a otros países interesados en este tipo de iniciativas.



Figura 7.41: Explicación del modelo híbrido de negocios para implementación de Bee Hero.

Para finalizar con la presentación, se concluyó que a través de Bee Hero se busca cambiar la percepción que la ciudadanía tiene sobre las abejas, la importancia que tienen y lo valioso que significa participar en actividades relacionadas con su resguardo, buscando fortalecer, paralelamente, la imagen que los bomberos tienen como héroes al no sólo tener como prioridad a la ciudadanía, sino a las especies animales que interactúan con ésta y por último, pero no menos

importante, el fomento de la apicultura nacional a los apicultores de pequeña y gran escala, que ahora cuentan con una nueva alternativa para la adquisición de colmenas.



Figura 7.42: Integrantes y asesores del proyecto al término de la presentación final.

7.13 Realimentación

Acerca de las opiniones, se recibieron comentarios positivos sobre la manera en que se daba una solución al reto de impulsar la apicultura en México, y si dicha propuesta era llevada a cabo, no sólo en este país sino en otros lugares, tendría éxito. El equipo, además, recibió comentarios sobre la buena calidad que tuvo la presentación, en la claridad de su mensaje y las distintas partes o temas que la conformaron.



8.0 Conclusiones y trabajo a futuro

8.1 Síntesis de conclusiones, aprendizajes y hallazgos.

Primeramente, a lo largo de este proyecto fue posible cumplir con el objetivo principal del mismo: desarrollar una solución para impulsar la apicultura en México. A través de identificar las diversas problemáticas relacionadas con las abejas melíferas y la apicultura, no sólo en una escala nacional, fue posible la detección de áreas de oportunidad que fueron aprovechadas y fusionadas para generar la mayor cantidad de beneficios para los involucrados mientras se lleva a cabo el servicio Bee Hero, cuyas nuevas actividades de los tres héroes que lo componen estuvieron basadas en el cambio de los siguientes paradigmas: la imagen de especie nociva y peligrosa que las abejas tienen en la mayoría de los habitantes de la Ciudad de México (y que no están limitados a ésta) desde la introducción de la abeja africana en América, la misión que tienen los bomberos de exterminarlas, en aras de proteger a la ciudadanía, la disminución de colmenas en los apiarios de aquellos apicultores que son productores y la incapacidad de crecimiento que, principalmente por cuestiones económicas, tienen los que comienzan en esta actividad, ya sea por el bajo margen de ganancia que tienen al vender sus productos a intermediarios o porque no les es posible adquirir núcleos de colmenas, ni pertenecer a los programas de apoyo que otorga el gobierno.

Se logró la construcción de prototipos alfa y beta en dos de los tres productos para la realización de rescate que conjuntaran, a través de su manufactura y diseño, las necesidades de los usuarios para los que fueron diseñados, traduciendo en requerimientos y especificaciones las necesidades de los personajes seleccionados de acuerdo a los escenarios que se plantearon.

Fue posible generar una propuesta de un servicio que, a través del diseño de productos especializados, de una logística para su utilización y de visualizar los cambios en la apicultura en un horizonte temporal de aproximadamente 20 años, no sólo podría generar beneficios económicos específicamente en la apicultura beneficiando principalmente a nuevos, pequeños y medianos productores, sino que además fue posible estructurarlo para impactar social y ambientalmente: concientizando a los ciudadanos sobre la importancia de las abejas cuando los primeros observen que ahora se rescatan estas últimas, y demostrando los incrementos en términos de producción y área polinizada según sea escalado el modelo de Bee Hero no sólo en territorio nacional.

Además se logró demostrar, de manera superficial, que el servicio Bee Hero tiene cierto grado de sustentabilidad: proponer un modelo de negocios híbrido permitió separar ciertas actividades y amplió el abanico de posibles fuentes de ingresos o aportaciones; mientras que por una parte se busca impulsar a la apicultura en aquellos practicantes profesionales, asimismo se plantea fomentarla en aquellas comunidades que no lo son y que buscan actividades económicas redituables. Orientar al proyecto en una línea de diseño sustentable permitió además contemplar el ciclo de vida de los productos.

Por otra parte, no fue posible demostrar el funcionamiento completo de Bee Hero: el hecho de no contar con un prototipo beta del recolector de abejas, del módulo de espera, de la aplicación para *smartphones* y de la disponibilidad de bomberos y apicultores para proceder según la logística propuesta, fueron factores que evitaron comprobar el éxito o fracaso del servicio bajo situaciones reales.

De manera más general, a través de este proyecto se identificó la diferencia entre las dos vertientes que pueden seguirse al observar una problemática: proponer una solución y encontrar una necesidad. Recurrentemente sucede que al estar frente a una situación donde existe dificultades para lograr un objetivo, se plantean inmediatamente soluciones para resolver el problema de la manera en que se hace en el momento; caso contrario con la búsqueda de necesidades que pretende encontrar un cambio en el paradigma de lo que se hace y lo que se usa: proponer inmediatamente soluciones a un evento sin estudiarlo restringirá el panorama de oportunidades, en tanto que identificar realmente la(s) necesidad(es) lo ampliará y permitirá encontrar aquellas incongruencias que pueden ser causantes de olvidar la manera en que es realizado un proceso, no tenga los resultados esperados.

Adicionalmente, conocer al usuario final y profundizar en sus experiencias y los conocimientos que ha adquirido durante éstas es un factor que, desde un punto de vista individual, debe contemplarse durante el diseño de algún fin dedicado a éste; no considerar hoy en día las incongruencias que surgen entre sus necesidades y lo que realiza para solventarlas puede determinar en términos de producción, costos e inclusive innovación (por mencionar algunos ejemplos), el éxito o fracaso de aquello que se haya diseñado.

Finalmente, durante el desarrollo de Bee Hero se pudo comprender que actualmente la mecatrónica ya no es sólo un punto de convergencia de distintas ramas de la ingeniería para su colaboración conjunta que resultan en sistemas autónomos: es también un medio, un conducto para volver usable y llevar al alcance de un grupo de usuarios la complejidad de muchos de los avances tecnológicos y nuevas tendencias que las ciencias duras desarrollan diariamente y que, además, no debe permitirse dejar de contemplar el impacto que sus fines tiene.

8.2 Trabajo a futuro

Como bien puede notarse de los resultados obtenidos durante los cuatro ciclos del proyecto, los productos no fueron desarrollados a detalle: esto no permitió evaluar a Bee Hero en toda su extensión y, al mismo tiempo, los aspectos, características o funciones faltantes dieron oportunidad de identificar y enlistar todas las actividades que podrían ser realizadas a futuro, y que se mencionan a continuación:

- Diseño de detalle al interior del recolector de abejas y carcasa del motor que permita la construcción de un prototipo beta que sea más robusto en términos de durabilidad y uso, que permita el intercambio de la malla interna para almacenar enjambres superiores a los 25 000 individuos y que disminuya el ruido producido por el motor, el cual podría afectar el comportamiento de las abejas al exterior e interior del recolector.
- Instrumentación y prueba de sistema para detección de capacidad en el recolector de abejas, de tal manera que pueda alertar el momento en que sea necesario utilizar un contenedor vacío para continuar con el rescate.
- Desarrollo de un sistema de alimentación que dote de mayor autonomía energética al recolector de abejas mientras es utilizado en un rescate, contemplando las nuevas tecnologías y el uso de energías amigables con el medio ambiente.
- Desarrollo de aplicación orientada en teléfonos inteligentes, capaz de comunicarse con el módulo para notificar a los apicultores la ubicación de la estación donde haya arribado una nueva colmena rescatada.
- Desarrollar un prototipo alfa y beta del módulo de espera que cuente con conectividad a la aplicación por la cual se notifique para poner a prueba el servicio Bee Hero completo.
- Instrumentación de sistema de control automático para la curación de la varroasis en las colmenas que son ingresadas en el módulo de espera inteligente.
- Desarrollo de un sistema de seguridad para el módulo de espera que no permita a usuarios, ya sea no identificados o aprobados, la apertura de la cabina donde una colmena esté bajo tratamiento térmico o esté en espera de su reubicación.
- Desarrollo de un dispositivo extra a los tres principales de rescate que permita una fácil remoción de panales, evitando dejar residuos en la superficie donde éstos hayan sido construidos y con la versatilidad para extraerlos de situaciones diversas de espacio para maniobrar y accesibilidad.
- Realizar pruebas del funcionamiento completo de Bee Hero: desde que una colmena es reportada hasta que el apicultor reubica a la misma en su apiario.



Apéndices

Apéndice A

Preguntas formuladas a vendedores de miel en tianguis:

1. Lugar de procedencia
2. ¿Eres productor o sólo distribuidor?
3. ¿Sabes qué es la apicultura?
4. ¿Tienes contacto con apicultores?
5. ¿Sabes la relación que existe entre la apicultura y la agricultura?
6. ¿Estarías interesados en hacer esta relación?

Respuestas de cada entrevistado

Persona 1

1. Estado de México.
2. "Corto las hierbas del monte y las vendo".
3. Sí.
4. "Tengo un amigo con un rancho y él cuida a sus abejas y les saca la miel".
5. "No bien."
6. "Sí estaría interesado , pero no tengo espacio".

Persona 2

1. "Aquí de la ciudad".
2. "Le compro a coyotes".
3. "Si lo de las abejas".
4. "Tengo un amigo que tiene un Invernadero donde tiene jitomates y necesita abejorros para su invernadero".
5. "Sí, sin las abejas no se puede".
6. "Es que aquí en la ciudad es muy difícil, pero todo lo relacionado al campo es interesante".

Persona 3

1. Estado de México.
2. "Distribuyo".
3. Sí.
4. "Antes teníamos abejas, pero cuando llegó la africana se volvieron muy malas. Mi papá tenía de 14 a 20 cajones de abejas, por eso sabemos que la miel es buena. Cuando veíamos que venían las abejas hacíamos ruido con un fierrito para pararlas y ya mi papá las recolectaba".
5. Sí.
6. "Ahorita ya no".

Persona 4

1. "De Guadalajara".
2. "Compro mi producto cuando el campo no le da (ajos y chía)".
3. "Si he visto cómo le hacen, es un producto que venden en la central y pues ahí ves el bonche de abejas".
4. No.
5. "No sé bien".
6. "Si, es bueno intentar cosas nuevas , que tal si la miel si pega; además es algo bonito".

Persona 5

1. San Pedro Altapa
2. "Tiene su terreno, produce y compra".
3. "No, no bien".
4. No.
5. Sí.
6. "Sí estaría interesado".

Persona 6

1. Ciudad de México
2. Distribuidores
3. No
4. No
5. No
6. "No tenemos tiempo, no sólo nos dedicamos a esto".

Persona 7

1. Santo Domingo.
2. Distribuidor.
3. "No bien".
4. "Tengo un familiar que cura con las abejas".
5. "No, no sé bien".
6. "Se escucha interesante pero no tenemos tiempo".

Persona 8

1. Milpa Alta.
2. Distribuidor.
3. "No sabía, sólo vendo".
4. No.
5. No.
6. "Sólo se dedican a vender".

Apéndice B

Lista de recomendaciones sobre aspectos a preguntar en posteriores entrevistas con apicultores:

- Costo de transporte (incluyendo gasolina, tenencia, verificación, llantas)
- Cuánto le cuesta la mano de obra
- Si medica a sus abejas
- Preguntar si alimenta a sus colmenas (si las alimenta el producto que obtiene de ellas ya no es orgánico).
- Si alimenta, con qué lo hace
- Cantidad de miel que produce
- Meses en los que alimenta

Apéndice C

Lista de observaciones realizadas por el equipo durante cosecha de miel en San Francisco Chimalpa:

- Es importante considerar la vegetación alrededor, especialmente los árboles de tipo frutal, ya que de éstos se generan diferentes calidades de miel, en cuanto a sabor y viscosidad.
- El hecho de mover las colmenas de su lugar genera bajas, ya que, para la abeja, no es tan sencillo reubicar su hogar.
- La falta de capacitación genera muchas lagunas sobre el comportamiento de las abejas.
- Una problemática sobre la capacitación y la adquisición de conocimiento es la lejanía entre apicultores o simplemente la ausencia de comunicación entre éstos.
- Es importante encontrar una relación con el número de colmenas o abejas y la extensión territorial que pueden abarcar en busca de alimento.
- A Felipe le gustaría ir más seguido a revisar sus colmenas, pero depende de su papá para ir ya que él maneja la camioneta y por falta de tiempo no siempre puede llevarlo. Las colmenas se encuentran a aproximadamente 25 minutos de su casa en transporte particular.

Lista de comentarios hechos por el apicultor Felipe:

- “No sé si las torres de luz que acaban de instalar tengan algún efecto sobre las abejas.”
- “Algo que sería bueno saber es cuándo los bastidores ya están listos para ser extraídos sin molestar a las abejas”.
- “Sería bueno poder polinizar la vegetación que se encuentra dentro de un invernadero, no se puede porque el ambiente es muy duro para la abeja”.
- “Se alimenta a las abejas en tiempo de estiaje”.
- “Pocos piensan en que las abejas no necesitan agua para hacer la miel. Si pones tus colmenas cerca de un cuerpo de agua, las ayudarás mucho porque así tú no gastas en darles agua y para ellas es muy sencillo encontrarla”.
- “No es bueno cosechar en un día frío, ya que si te tardas mucho tiempo y dejas la colmena destapada eso puede afectar a las crías, que necesitan de una temperatura muy específica para no morir”.
- “Días calurosos hacen difícil el manejo de las abejas”.

Apéndice D

Sobre el usuario (sobre lo que hace y usa):

- ¿Se pueden evitar las quemaduras por el ahumador?
- ¿Afecta el color y el material?
- ¿Se pueden integrar herramientas al traje? (ahumador, desarmador navaja, hilo, barreta)
- ¿Es suficiente el espacio de trabajo? (dimensiones, peso)

Relacionado con la colmena:

- ¿Se puede saber el número de abejas dentro de la colmena?
- ¿Se puede saber la cantidad de miel dentro de la colmena?
- ¿Es posible proteger la colmena en contra de las adversidades, como el clima o las enfermedades?
- ¿Qué materiales alternos se pueden utilizar?

Al entorno:

- ¿La inclinación en el terreno, puede cambiar?
- ¿Cómo afecta un campo electromagnético a la colmena y las abejas?
- ¿De qué manera afecta un cuerpo de agua cercano al lugar donde las colmenas están instaladas?
- ¿Cómo afecta la vegetación?

Sobre el proceso de obtención de la miel:

- ¿Puede crearse una herramienta especial para sacar la miel, y evitar el opérculo?
- Alzas llenas de miel, ¿Se puede evitar el “embarramiento” de miel durante su manipulación?

Acerca del comportamiento de las abejas:

- ¿Sólo el humo las tranquiliza?
- ¿De qué manera afectan los sonidos, aromas, iluminación, colores y la temperatura al comportamiento de las abejas?
- En una colmena, ¿Qué pasa si hay más de una reina?
- ¿Qué tan versátiles son las colonias para adaptarse a diferentes configuraciones de colmena?

Relativo al transporte

- ¿Se puede tener una colmena en una casa?
- ¿Cuál es el verdadero mínimo necesario para transportar equipo y producción?

Respecto al consumidor:

¿Por qué la gente no consume miel en México?

Apéndice E

Encuesta de consumo de miel a ciudadanos

- Edad
- Sexo
- Cómo percibes la miel de abeja?
 - a) Medicinal
 - b) Saludable
 - c) No me atrae
 - d) Cara
 - e) Barata
 - f) Difícil de conseguir
 - g) Me recuerda a mi abuelita
- ¿Qué endulzante usas cotidianamente?
 - a) Azúcar refinada
 - b) Azúcar morena
 - c) Miel
 - d) Stevia
 - e) Sustitutos artificiales de azúcar
- ¿Consumes miel de abeja? ¿Por qué?
- ¿Con qué frecuencia la consumes?
- ¿De qué forma la consumes?
 - a) Guisados
 - b) Ensaladas
 - c) Frutas
 - d) Postres
 - e) Bebidas calientes
 - f) Bebidas frías
 - g) Bebidas alcohólicas
 - h) Remedios
 - i) Belleza
 - j) otros
- Si la utilizas como remedio, ¿la consumes por gusto o meramente por salud?

- ¿Qué prefieres?
 - a) Miel de abeja artesanal
 - b) Miel de abeja industrial
 - c) Miel de maple
- ¿Dónde la compras?
 - a) Tiendas de autoservicio
 - b) Tiendas especializadas
 - c) Tiendas naturistas
 - d) Mercados o tianguis
 - e) Conocidos
- ¿Te importa saber de dónde viene, de qué floración y de qué temporada es?
- ¿Cuál sería una razón por la cual no compras o comprarías miel de abeja?
 - a) El precio
 - b) No sé dónde comprarla
 - c) Yo la produzco
 - d) Otro
 - e) No es prioridad en mi alacena

Apéndice F

Comentarios relevantes de entrevista al apicultor a Eduardo Martínez

- “Los apicultores en general suelen ser muy cerrados”.
- “El gobierno pone muchas trabas para dar apoyos”.
- “Los productos apícolas son muy caros”.
- “En el proceso de venta de miel, los intermediarios son los que se quedan con las ganancias.”
- “Hay muchos robos y saqueos de miel”.
- “Me gustaría llevar mis colmenas a un lugar más cálido. Y tener colmenas en varios estados.”
- “Es mejor transportar las colmenas en la noche”.
- “Mover las colmenas es más viable que cambiar la flora alrededor de éstas”.
- “Para el ahumado uso copal, que sirve para atacar la varroa y cáscara de árbol”.
- “Sí tengo conocimiento de que hay colmenas de diferentes materiales. Pero el sabor de la miel cambia conforme a éste. No es lo mismo la miel de una colmena de madera a una de plástico. La de madera sabe más rico”.
- “Falta mucha conciencia del valor de la apicultura, que la gente conozca la especie, que no es mala, que no hace daño”.

Apéndice G

Entrevista a bombero

- ¿Cuentan con equipo especial para ir a remover las colmenas?
R: "Sí, contamos con escafandras de apicultor".
- ¿Qué usan para exterminar a las abejas?
R: "Jabón Roma por su contenido en Sosa y agua. Tiene que haber menos agua y más espuma para que las abejas se asfixien".
- ¿En el tiempo que tienes como bombero cuántos panales has removido?
R: "Dos grandes y 10 pequeños".
- ¿Qué lugares son los más comunes para encontrar enjambres?
R: "Los árboles son donde casi siempre están".
- ¿Cuál ha sido el lugar más extremo de donde te ha tocado remover un enjambre?
R: "Del cuarto piso de un hospital infantil".
- ¿Qué dificultades has encontrado a la hora de hacer una remoción?
R: "En general es muy fácil. En lo que a veces nos tardamos más a veces es en encontrar el panal, ya que las personas que nos marcan muchas veces no saben ni dónde está".
- ¿Conocen alguna persona, física o moral, que se encargue de remover panales?
R: No
- ¿Con cuánto tiempo cuentan para la remoción de un panal?
R: "No tenemos tiempo definido".
- ¿Cuánto tiempo se tardan en ir a atender las llamadas por enjambres de abejas?
R: "Vamos inmediatamente".
- ¿Cuántas llamadas reciben referentes a remoción de enjambres de abejas?
R: "Sí son bastantes, yo creo que como 15 - 20 diarios; por ejemplo hoy de las siete a ahorita las nueve ya van 3 llamadas".

Apéndice H

Observaciones sobre primer rescate de una colmena detrás de una pieza de barro, realizado con Efecto Colmena:

- Se realizan actividades innecesariamente repetitivas por falta de un protocolo a seguir.
- La insuficiencia de equipo para transportar herramental se dificulta el traslado de las mismas.
- El uso de químicos paralizadores de abejas, afecta la visión y respiración de quien los aplica.
- El efecto paralizante del fosfonitrato tiene una duración aproximada de 20 minutos.
- La falta de un recipiente adecuado provoca que muchas de las abejas paralizadas caigan fuera de él, generando más trabajo para el rescatista y menos número de abejas rescatadas.
- El crecimiento impredecible de las lonjas vuelve difícil su sujeción a los bastidores, resultando en el corte de los mismos para una mejor disposición.
- El proceso de sujeción de las lonjas a los bastidores es muy problemático para una sola persona.
- La poca área de contacto de la liga que sujeta a las lonjas no garantiza una buena sujeción.
- La superficie de trabajo la colmena donde se almacenan.
- No hay rescate sin abejas muertas.
- Es común encontrar enjambres entre dos superficies.
- La poca maniobrabilidad con los guantes obliga a los rescatistas a quitárselos, exponiéndose a picaduras.
- El sellado del cajón dificulta una correcta ventilación interna, lo cual provoca que muchas abejas mueran asfixiadas.
- Los panales necesitan una cuidadosa manipulación para no dañar a la cría.
- Los cajones que se utilizan para la cría de abejas son los mismos que usan para el rescate, lo cual dificulta su traslado y manipulación fuera de esa aplicación.
- La camioneta no siempre puede acceder al área de rescate.
- El cajón permanece mucho tiempo abierto lo cual provoca que muchas abejas se escapen.
- El rango de alcance del ahumador es limitado, cubriendo una poca cantidad de abejas, por lo que hace necesarias varias aplicaciones.
- La dueña comentó un evento extraño: un cúmulo grande de abejas estaban volando alrededor del sol y horas después, ya no estaban; la colmena había enjambrado, lo que redujo la población y dejó a la colmena sin reina.

Apéndice I

Observaciones conjuntas de cada uno de los tres rescates descritos en la sección 6.4.1

En tinaco

- Cinco personas y un aproximado de tres y media horas fueron necesarias para el rescate.
- La caída de miel de los panales al ser recolectados sobre las abejas paralizadas (que yacían al interior del tinaco), volvió imposible su captura.
- Rescatar los panales de miel y cría con las abejas presentes dificultó el rescate en general y disminuyó notablemente el número de abejas rescatadas.
- La colonia fue tan grande que una importante porción de panales, tanto de cría como de miel, tuvieron que ser desechados por la falta de bastidores para su transporte.
- No saber la extensión real de la colonia o la ubicación de las cámaras de cría y miel produjo una pérdida de tiempo, ya que fue necesario proceder con mucha cautela.
- Por la magnitud de la colonia y, con ello, los cajones de colmena que fueron utilizados, se necesitó de más de un viaje para descargar y cargar la camioneta de Efecto colmena.
- Romper las celdas melarias cuando son sujetadas tiene una gran repercusión: si su contenido es derramado, la manipulación de las herramientas y los panales se entorpece demasiado.
- Cortar (generalmente necesario), colocar y sujetar los panales en los bastidores vacíos fue un trabajo para, al menos, dos personas, quienes además se retiraron los guantes por la cantidad de miel que en éstos ya había.
- Los habitantes de la casa nunca recibieron queja alguna por la colonia, reportarla fue para evitar problemas con sus vecinos, dado el tamaño que ésta ya tenía.

En escuela

- Si no es posible acceder a los panales, se intenta exterminar a la colonia, sin la seguridad de que ésto se logre en todos los casos.
- La baja circulación de abejas obreras hizo inviable rescatarlas.
- Puede haber más de una piquera para acceder a los panales.
- Aunque no se realizó un rescate, fue necesaria la colaboración de tres personas.
- Aunque el personal de la escuela llamó anteriormente a protección civil, no obtuvieron una solución a su problema. Dicha llamada fue por la insistencia de las madres de familia por la presencia de abejas, no por daños a algún estudiante o personal del inmueble.

En árbol

- La textura del costal junto con las vellosidades en el cuerpo de las abejas dificultó el vaciado de éstas a la colmena doméstica.
- Mientras el rescatista estaba en la escalera, sólo disponía de una mano para actuar ya que la restante fue para sujetarse.
- El humo con FFN ayudó, inesperadamente, a "guiar" a las abejas hacia una zona.
- Sujetar los panales a los bastidores requirió movimientos delicados (difíciles de realizar con los guantes puestos) para no dañar las celdas y su contenido.
- Las abejas no construyen sus celdas evitando las ramas, sino que construyen sobre éstas.

Sobre los prototipos fabricados:

- Los prototipos construidos no fueron fácilmente manipulables con guantes, sus dimensiones y funcionamiento no fueron adecuados para la situación.
- El prototipo "charolas" resultó pequeño: de las abejas que caían paralizadas, recolectaba la minoría.
- Por las dimensiones que excedían al espacio disponible (lleno de ramas), con el prototipo "rampas" no fue posible atrapar a las abejas inmovilizadas.
- Los prototipos no redujeron los pasos necesarios para trasladar las abejas de los panales a la colmena doméstica, los aumentaron.
- El material de los prototipos (cartón corrugado) no fue el adecuado, ya que se dobló, rompió y debilitó con la miel.

Apéndice J

Lista de soluciones generadas en lluvia de ideas para las cuatro etapas de rescate planteadas durante sesión co-creativa con Adriana

Localización de colonia:

- Estetoscopio para poder escuchar a las abejas
- Detector de miel y cera
- Radar de temperatura *
- Abeja dron, para perseguir a las abejas
- Amplificador de sonido
- Sensor de vibraciones
- Radar infrarrojo *
- *Scanner* de lugar
- Sensor de movimiento que vaya pitando cuando te acerques *
- Detector de feromonas de la reina

Recolección de abejas:

- Enfurecedor de abejas
- Guantes succionadores
- Comunicador de abejas, para guiarlas a donde ir
- Contenedor con una única salida de escape
- Reina artificial que las engañe
- Dispositivos que las pastoree
- Red con atrayentes que se expanda y atrape a las abejas
- Asustarlas y guiarlas
- Atraerlas con sonidos (agudos) *
- Costales de malla tratados con atrayentes o relajante *
- Colmena atrayente
- Colmena con secciones térmica
- Aparato de succión*
- Pinzas recolectoras de abejas
- Trampa donde la abeja pueda entrar pero no salir, con 20 días de alimento artificial*
- Cápsula absorbidora de abejas.

Remoción de panales:

- Contenedor con succión
- Cortador caliente *
- Espátula con contenedor
- Bastidor de prensa, con cortador*
- Máquina que las corte al ras
- Rayo láser para quemar la lonja
- Guante navaja de gato
- Brazaletes con navajas

Almacenamiento/ transporte de colmena:

- Lonjas sintéticas
- Bastidores elásticos
- Colmenas de plástico - unicel (cajas pequeñas)
- Bastidores de prensa con clip
- Cinturón donde puedas almacenarlas modularmente
- Cajón acordeón*
- Portalonja como cartucho de nintendo *
- Cápsula
- Refrigerador de abejas y lonjas
- Clip para celular
- Colmena portable
- Colmena pequeña con arnés
- Contenedores cilíndricos para lonjas

Apéndice K

Categoría	Idea							
Encontrar colmena	Sensor de calor	Sensor de sonido	Sensor de movimiento	Buscador de reina por feromonas	Abeja robot con cámara	Atrayente de reina	Sensor de humedad	
Accesar a colmena	Manguera	Tubo con extensión para alcanzar a las abejas	Pinza flexible	Tentáculo robot	Grúa para abejas	Espátula		
Tranquilizar abejas	Frecuencia	Vibración	Succión para cansarlas	Bombas de olores	Mini explosiones	Colores	Impulsos eléctricos	Sonido
	Música	Vapor	Aromas	Sopladora de aire frío	Congelándolas	Ahuyentar con luz	Hipnotizarlas	Droga natural en la miel
Remoción de abejas/colmena	Succionando	“Esfera” / Cúpula atrapa abejas	Vibraciones	Atrayéndolas con luz (mosquitos)	Con sustancias pegajosas	Telaraña/ Red	Láser	Depredador de abejas
	Garra mecánica o electrónica	Rodillo recogedor de abejas	Ventosa de succión	Rastrillo recolector				
Transporte de colmena	Caja anti gravedad	Carrito transportador	Tubos clasificadores	Caja ordenadora	Caja con niveles/rejillas que se cierra	Caja con “pelitos”	“Marear” a las abejas	Centrifugador de abejas
Almacenamiento de abejas/colmena	Caja con control de ambiente	Mochila para abejas	Robot clasificador tipo embudo	Caja con burbujas de plástico	Cilindro centrifugador	Caja laberinto	Capturador tipo tumbling	Colmena reconfigurable

Tabla A.1: Conceptos generados en lluvia de ideas posterior a sesión co-creativa con Adriana según seis actividades durante proces de rescate.

Apéndice L

Nombre del prototipo	Materiales	Dimensiones	Manufactura
Recolectar abejas			
Charolas	<ul style="list-style-type: none"> • Cartón corrugado de 0.3 [cm] • Cinta kraft de 2" • Caja de cartón 	<ul style="list-style-type: none"> • Charola: 18x6x33 [cm] • Caja almacenadora: 18x30x35 [cm] 	Después de cortar rectángulos de distintas dimensiones, éstos fueron pegados de manera perpendicular en tres lados de aquel principal donde caerían las abejas.
Rampas	<ul style="list-style-type: none"> • Cartoncillo • Caja de cartón corrugado de 3 [mm] • Engrapadora • Pegamento blanco 	<ul style="list-style-type: none"> • Caja almacenadora: 40x33x28 [cm] • Rampas: 15x40 [cm] 	La caja más grande presenta rieles o soportes donde las rampas son colocadas, de tal manera que estas no pierdan su curvatura
Vasos con boquillas	<ul style="list-style-type: none"> • Vaso recolector final • Boquilla múltiple flexible • Boquilla recta • Boquilla múltiple • Boquilla Cono 	Mas detalles en apéndice M (recolector final) y N (fabricación de boquillas).	
Cinturón portavasos	<ul style="list-style-type: none"> • Velcro, parte hembra (loop) y macho (hook) de 2" de ancho. • Silicón caliente • Vaso recolector final • Cinta de nylon de 2" • Broche con hebilla plástica 	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de cinturón: 150 [cm] • Longitud de anillos de velcro: 13 [cm] 	Los anillos de velcro fueron ensartados con la cinta de nylon. Terminado este proceso se añadieron a los extremos las partes hembra y macho de una hebilla plástica.
Remover panales			
Waflera	<ul style="list-style-type: none"> • Madera de pino de 2da. clase • Tornillos • Alambre • Pijas para madera • Alambre AWG 18 • Par de visagras de 1" 	<ul style="list-style-type: none"> • Bastidores: 23x48x3.5 [cm] • Trama formada por alambres de ambos bastidores: 5x5 [cm]. • Espacio entre camas de alambre: 18 [mm] 	Una vez contruidos dos bastidores de medidas similares a los de colmena tipo Langstroth, se unieron éstos con un par de visagras por su base inferior, aquella opuesta a los extremos de sujeción.
Bastidor con cierre a presión	<ul style="list-style-type: none"> • Madera de pino de 2da. clase • Pijas para madera • Alambre AWG 18 	<ul style="list-style-type: none"> • Bastidor externo: 23x48x3.5 [cm] • Bastidor interno: 19x43x3.5 • Trama formada por alambres de ambos bastidores: 5x5 [cm]. • Espacio entre camas de alambre: 18 [mm] 	Se elaboró a un bastidor similar a los contruidos para el simulador anterior y uno de medidas tales que cubriera el área interna al perímetro enmarcado por el primero y que fuera ensamblado por ajuste con apriete.
Contenedor flexible	<ul style="list-style-type: none"> • Malla mosquitera con trama de 2x2[mm] • Engrapadora • Hiló y aguja 	<ul style="list-style-type: none"> • Caja externa (largo, ancho, alto): 40x15x15 [cm] • Caja interna pequeña: 15x3x15 [cm] • Caja interna grande: 23x3x15 [cm] 	Después de cortar patrones de distintas medidas para la elaboración de lo contenedores, éstos fueron unidos con grapas a lo largo de sus aristas.
Contenedor rígido	<ul style="list-style-type: none"> • Palito de madera • Cartón corrugado de 0.3 [cm] • Silicón caliente 	<ul style="list-style-type: none"> • Marco externo: 30x20x5 [cm] 	Después de construir un marco interno con palitos de madera y silicón caliente, se pegaron en sus aristas tapas de cartón corrugado con el mismo adhesivo.
Bastidor con perímetros ajustables	<ul style="list-style-type: none"> • Madera de pino de 2da. clase • Clavos de 1.5" • Alambre AWG 18 • Pijas de madera 	<ul style="list-style-type: none"> • Bastidor: 23x48x35 [cm] • Trama: 5x3.5 [cm] • Cubos de madera: 2.5x2.5 [cm] 	Adicional a la construcción del bastidor, durante la formación de la trama se ensartaron en los alambre cubos a los que, previamente, se ingresó un clavo.
Almacenar abejas y panales			
Colmenas apilables	<ul style="list-style-type: none"> • Tablero de fibra de densidad media (mdf) de 9 mm. • Madera de pino de segunda clase • Clavos de 1.5" 	<ul style="list-style-type: none"> • Colmena: 51x42.5x24 [cm] • Perforación en tapa: 2" 	Una vez ensambladas las cinco tapas para la colmena doméstica, se añadió al techo una abertura de dimensiones tales para ser ensamblada con la boquilla recta del recolector de abejas.
Bastidores ensamblables	<ul style="list-style-type: none"> • Cartón de huevos • Cartón corrugado de 0.3 [cm] • Pegamento blanco • Cinta de empaque canela • Mdf de 3 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Cartón de huevo: 30x28x5 [cm] • Tapas laterales para ensamble: 10x30x3.5 [cm] 	En los extremos de cada tapa, que más tarde se pegarían perpendiculares a la orientación del cartón de huevos, se añadieron de manera coplanar dos tapas más de cartoncillo que servirían para el ensamble

Tabla A.2: Lista complementaria de simuladores contruidos durante C3 para pruebas.

Apéndice M

Con el fin de generar un recipiente adecuado y seguro para la manipulación del usuario y la integridad de las abejas que son rescatadas, se presenta a continuación el proceso de fabricación y mejora de un contenedor tipo vaso destinado para el almacenamiento de obreras y zánganos, formado por dos contenedores, uno interno al otro. Se ideó de esta manera para que su parte externa brindara la rigidez suficiente para sujetarlo, ensamblarlo y desmontarlo de la aspiradora a la que sería conectado (descrita más adelante), mientras las abejas al interior permanecen inalteradas con estas acciones o los impactos del exterior.

Considerando que ninguna de las colonias reportadas a bomberos es del mismo tamaño, se planea que para los rescates los usuarios llevarán consigo un conjunto de vasos que llenará según el tamaño del enjambre, por lo que cada recipiente, al estar completamente lleno, deberá ser intercambiado por uno vacío para seguir aspirando las abejas que se encuentren en el exterior.

Por lo anterior, y considerando que el rescatista tendrá que acceder a diversos espacios para una recolección completa, aunado a que tendrá que cerrar el acceso al contenedor interno lleno con abejas mientras realiza el cambio por uno vacío, en las siguientes líneas también se hablará de la tapa fabricada para este fin, así como propuestas de boquillas para determinados tipos de rescates, tratando de cubrir la variedad de escenarios en los que el equipo ha estado involucrado.

Se comenzará entonces con mencionar el equipo extra común con el que la funcionalidad de cada alternativa pudo ser evaluada: se utilizó inicialmente una aspiradora de piso LG modelo VC4914R de 1300 [W] (Figura A.1), donde se evita cargar el recipiente para polvo y el motor y únicamente se sostiene el mango ensamblado a una de las múltiples boquillas que realiza la succión.



a b Figura A.1: a) Aspiradora LG ensamblada (izquierda) y carcasa del motor con recipiente guardapolvo ensamblado (derecha). b) Vaso 1 adaptado a boquilla y filtro de aspiradora de piso.

Contenedor externo

Para esta componente se utilizaron dos recipientes tipo "vaso". El primero, llamado en lo posterior "vaso 1" es un recipiente de polipropileno (PP) elaborado por la dependencia innovae, perteneciente a la empresa mexicana Plásticos Alica S.A. de C.V. cuyo cierre es por rosca. Para el segundo caso, identificado como "vaso 2", elaborado de polietileno de alta densidad (HDPE), fue elaborado por Industrias plásticas NYC S.A. de C.V. con cierre por presión. A continuación, se presentan las imágenes de ambos vasos y una tabla con las dimensiones de cada uno.



Figura A.2: Vaso 1 y 2 (izquierda y derecha respectivamente) utilizados durante pruebas para recolección de abejas

Material del recipiente	Diámetro exterior superior	Diámetro exterior inferior	Espesor	Diámetro exterior de la tapa	Altura del recipiente (sin tapa)	Altura de la tapa
PP	105	92	1.5	120	160	15
HDPE	107	85	1.5	120	140	15

Tabla A.3: Algunas dimensiones de interés del vaso 1 y vaso 2.

Contenedor interno

Respecto a la parte interna en donde se almacenarán las abejas mientras éstas son separadas de la colonia y aisladas de los distintos ambientes donde pudieran ser transportadas, se realizaron distintas pruebas para perturbarlas mínimamente, estudiando para ello distintas geometrías y superficies. Ahora bien, debido a que no se sabía con certeza si la primer configuración del recolector funcionaría se decidieron utilizar bolitas de papel bond: su baja densidad del papel bond (0.5 g/cm^3) con respecto a la de un zángano (0.3 g/cm^3 considerando un peso y las dimensiones de la sección 7.2) y su capacidad de compactación permitirían simular los efectos que la succión tendrían sobre las abejas, como impactos o un constante movimiento por vorticidad.

Vaso rígido

La primera opción utilizada fue un recipiente transparente para envasado de *yogurt* de HDPE (Figura A.3a) que se fijó, ya perforado por su base para hacer posible la succión y no sobrecargar al motor, a la cara interior de la tapa del vaso 1, el cual fue ensamblado a la aspiradora de piso. Durante las tres pruebas realizadas para esta alternativa ocurrió la misma situación: la reducida presencia de orificios repercutió en que el contenedor se despegara en todas las ocasiones, variando en cada caso la situación con las bolitas de papel. Las variaciones y resultados quedan registrados en la siguiente tabla:

No. de prueba	Adhesivo	Orificios	Vorticidad	Resultado
1	Silicón caliente	Base	Alta (muy evidente)	La poca presencia de orificios no permitió una buena succión. al aumentar la potencia el propio contenedor fue succionado. Las bolitas succionadas antes del desprendimiento se vieron sometidas a impactos y alta vorticidad, debida a la poca pérdida de flujo en el contorno del vaso (Figura A.3b).
2	Silicón caliente	Base + contorno	Media (evidente)	La cantidad de perforaciones fueron suficientes para disminuir la vorticidad, pero no para evitar la generación de una "cama de aire" que empujó a las bolitas a la parte superior del contenedor (Figura A.3c).
3	Cinta para ducto	Base + contorno	Baja (apenas evidente)	El uso de cinta para fijar el vaso retrasó su desprendimiento. Durante el ingreso de más bolitas que pudieron ser recolectadas ocurrió que éstas taparon los orificios; esto provocó que de nuevo el vaso fuera succionado (Figura A.3d).

Tabla A.4: Pruebas y resultados obtenidos para las tres alternativas del contenedor rígido interno.



Figura A.3: a) Vista isométrica de vaso de HDPE con perforaciones en su base (izquierda) y en su contorno (derecha). b) Contenedor rígido despegado durante prueba 1. b) Desprendimiento con escape de bolitas de papel durante prueba 2. c) Aumento en recolección de bolitas (izquierda) y eventual desprendimiento de contenedor (derecha).

De estas pruebas se obtuvieron distintas observaciones con las que se dio continuidad al diseño del simulador final para la recolección de abejas:

- Aumentar las perforaciones en el vaso disminuirá la vorticidad en el contenedor, esto implica la reducción del flujo turbulento que ingresa con posibles abejas y que por lo tanto no creará la rotación del mismo en trayectorias cerradas, lo que podría agotar y desorientar excesivamente a las abejas.
- Aumentar las entradas de aire al contenedor hasta un grado tal en que éstas sean mayores que la presencia del material rígido se asemeja a una malla.

- Proveer de una superficie más rugosa a las abejas contenidas (como el costal utilizado en el último de los rescate de C3) evitará que la poca vorticidad presente afecte a las abejas, ya que éstas tendrán puntos de sujeción para poder distribuirse individualmente.
- Las diferentes potencias utilizadas para compensar la baja tasa de flujo para lograr succión parecen excesivas para el cuerpo frágil de una abeja, por lo que es necesario encontrar aquella ideal.

Vaso malla

Para esta segunda iteración se decidió intercambiar el material del que estaría compuesto el contenedor: las pruebas fueron realizadas utilizando principalmente malla mosquitera plástica con trama de 2x2 [mm]. Este material fue seleccionado por su bajo costo comercial y fácil adquisición, junto con la hipótesis de que daría una superficie de sujeción suficiente, sin ser demasiado rígido, para las melíferas que hayan ingresado al interior mientras continúa la recolección. Ya que para esta ronda de pruebas se redujo la potencia necesaria (niveles *floor* y *carpet* de la aspiradora de piso proporcionales a 500 W) para la recolección de las bolitas de papel, se añadieron dos recursos más: abejas muertas y abejas vivas.

De manera primigenia, se utilizó un cuadrado de malla doblada para recolectar las bolitas (Figura A.4a). De los resultados obtenidos se cosió al material principal una base poliestireno expandido (unicel) como una mejora (Figura A.4b). Una vez que se comprobó que el contenedor generado proporcionaba la suficiente estabilidad en la recolección de bolitas de papel, se decidió emplearse para abejas muertas y, una vez analizado que en esta etapa la succión no fragmentaba los cuerpos de las obreras, se procedió finalmente a probar el simulador con una pequeña muestra de especímenes vivos. Las observaciones realizadas de esto último (Tabla A.5) permitieron mejorar en dos ocasiones más el simulador para llegar a la configuración final del contenedor interno (Figura A.4c,d).



Figura A.4: a) Porción de malla mosquitera plástica utilizada para prueba inicial con éste material. b) Vista isométrica inferior de malla cosida a fondo de vaso de unicel. c) Primer alternativa final para contenedor interno. d) Vista superior e inferior de segunda alternativa final para contenedor interno

	No. de prueba	Características	Resultado
Bolitas de papel bond	Vaso mosquitero	Cuadrado de 35x35 [cm] doblado a manera de vaso	La falta de rigidez al fondo de la malla provocó que las bolitas de papel se agruparan, lo que pondría conllevar a la muerte de las primeras abejas que hayan ingresado por el peso de las demás (Figura A.5a).
	Vaso mosquitero con base de unisel	Malla y fondo de unisel unidos con hilo.	Aunque no con la intensidad de las pruebas hechas con el vaso rígido, se detectó vorticidad al interior que podría aturdir a las abejas. Sin embargo, la base aportó rigidez a la malla y mejoró la distribución de las bolitas durante su ingreso (Figura A.5b).
	Vaso mosquitero con base de unisel perforada	Las siguientes tres pruebas fueron realizadas con esta alternativa	
	1		Los beneficios aumentaron, adicional a la mejor distribución, la recirculación del flujo de succión no fue evidente (Figura A.5c).
Abejas muertas	2	Configuración anterior con orificios para aumento de flujo	Así como la mayoría de las abejas fueron recolectadas exitosamente, la minoría quedaron atrapadas en los puntos de unión entre la malla y las paredes de la base de unisel. La potencia empleada parece que no será dañina para ejemplares vivos (Figura A.5d).
Abejas vivas	3		Las abejas sobrevivieron, efectivamente se sujetaron a la malla una vez que ingresaron y se distribuyeron según su espacio vital; la potencia fue suficiente para recolectarlas sin lastimarlas. No hubo desorientación notoria debida a la succión y algunas escaparon por los espacios en las uniones del unisel con la malla (Figura A.5e).

Tabla A.5: Pruebas, características en cada una y resultados obtenidos para pruebas de contenedores internos con malla mosquitera.



Figura A.5: a) Recolección de bolitas dentro de contenedor con boquilla de aspiradora (izquierda), manguera con adaptaciones para funcionamiento con simuladores (centro) y acumulación de bolitas al fondo del primer vaso mosquitero. b) Vista exterior del contenedor durante prueba 2 con bolitas de papel. c) Aumento en recolección debido a perforaciones en el fondo del contenedor. d) Abeja muerta atrapada en unión de vaso de unisel con malla. e) Resultados obtenidos en prueba final

Para evitar el escape de obreras descrito en el último resultado de la tabla, se realizaron dos variantes más del vaso que no permitiera más esta situación: se sustituyó la base de unicel, en un primer caso, por una base de polietileno de alta densidad (HDPE) de 5 cm. de diámetro (Figura A.4c), y en un segundo con un refuerzo de la misma malla aumentando su espesor en su parte inferior (Figura A.4d). Se desarrolló este último para explorar la posibilidad de producir (si esta solución era utilizada en los productos finales) esta parte del recolector de un solo material.

Para evitar sujetar en cada prueba el vaso recolector a la aspiradora como en los casos anteriores, se decidió buscar una aspiradora de mano que cumpliera con una potencia entre 400 y 500 W (cuyo rango fue efectivo para recolectar abejas vivas) y que permitiera a quien aspire observar la capacidad del recipiente durante el rescate. Después de una investigación se eligió la aspiradora de mano Koblenz Hand Vac modelo HV-120-KG2 00-5426-2 de 400 W (Figura A.6)



Figura A.6: Aspiradora Koblenz Hand Vac con sus accesorios (izquierda) y ensamble de simulador para recolección con carcasa del motor (derecha).

Tapa

Como se mencionó al principio del apéndice, cuando un vaso se encuentre al borde de su capacidad, será necesario intercambiarlo por uno vacío. En el proceso habrá que retirar la boquilla que en ese momento sea utilizada, extraer el vaso lleno, colocar uno vacío y ensamblar la boquilla nuevamente con el vaso. Si no existe un componente o barrera que, en el momento de desmontar la boquilla, evite el paso de abejas hacia el exterior; el rescate no podrá ser realizado en condiciones seguras y el tiempo necesario aumentará, aunado a que posiblemente, durante el traslado del lugar al módulo inteligente en la estación de bomberos, todas las abejas escapen.

Lo anterior llevó al equipo a generar la propuesta que puede ser observada en la Figura A.7a, y que consiste en una tapa con un mecanismo retráctil (formada por un resorte torsional y un trozo de estireno calibre 60) que permita remover la boquilla del vaso lleno, de forma tal que las abejas no escapen y permanezcan seguras mientras se realiza la manipulación de todo el equipo de rescate. Dicho mecanismo fue fijado a la tapa del vaso 2: debido a que su cierre es a presión requiere de menos interacción que aquel con cuerda del vaso uno.



a **b** Figura A.7: a) Vista superior (izquierda) e inferior (derecha) de tapa retractil construida para vaso 2. b) Eventualmente el uso constante de la tapa para el ensamble con las boquillas causó un debilitamiento en el resorte torsional, lo que no permitió un cierre seguro.

Configuración final

Finalmente, el ensamblado y la vista final del simulador para la recolección de abejas que fue utilizados en pruebas posteriores queda mostrado en las siguientes imágenes:



a **b** Figura A.8: a) Vistas superior (izquierda) e inferior (centro y derecha) sin tapa de la configuración final para el recolector de abejas con el vaso 2. b) Vista del simulador ensamblado con tapa retractil en estado de reposo (izquierda) y con carga en resorte torsional (centro y derecha).

Apéndice N

Construcción de boquillas para recolección de abejas

Un factor que es muy importante durante el rescate de las abejas es el medio que existe entre el lugar donde se encuentran y el almacenador al que llegarán una vez que son succionadas, es por ello que se construyeron también diversos prototipos de boquillas con la finalidad de evaluar las diferentes características que se muestran en la tabla 6.7 de C3.

Aunque algunas de las propuestas consisten en un tubo de cartón ensamblado por presión a la tapa retráctil, para aprovechar en la medida de lo posible el flujo que el motor pudiera generar, otros fueron un poco más elaborados en aras de recolectar más abejas al mismo tiempo e incluso otros, como la denominada boquilla cono, fueron construidos tomando en cuenta que las abejas no se encuentran agrupadas en el panal de cera sino que están volando y que es necesario primero retenerlas al vuelo para después succionarlas. los materiales de fabricación, principio de funcionamiento y los resultados obtenidos en pruebas preliminares a los mostrados en la tabla 6.7 para observar su funcionamiento se muestran en la siguiente tabla:

Nombre de boquilla	Materiales	Principio de funcionamiento	Resultados de pruebas preliminares
Simple de cartón (Figura A.9a)	<ul style="list-style-type: none"> Tubo de cartón de 20 cm. de longitud y diámetro de 2". 	Se aprovechó el flujo generado por el motor de la aspiradora mediante un conducto recto.	Succiona muy bien abejas que no se encuentren en esquinas.
Tubos (Figura A.9b)	<ul style="list-style-type: none"> Tubos de PVC de 1" y 20 cm. de longitud. Conta canela. 	Aumentar el número de boquillas permitiría recolectar más abejas en menos tiempo, evitando el congestionamiento podría ocurrir con la boquilla recta.	Hubo pérdida de flujo por espacios entre tubos que no fueron bloqueados; muy pocas abejas fueron capturadas.
Tubos + flexible (Figura A.9c)	<ul style="list-style-type: none"> Tubos de PVC de 1" y 20 cm. de longitud. Conta canela. Espuma de polietileno. 	Proveer al simulador anterior una extensión de material flexible permitirá acceder a espacios reducidos.	Fue posible acceder esquinas donde se encontraban las abejas, pero el mismo flujo deformaba la espuma de polietileno y ello bloqueó la boquilla.
Bowl (Figura A.9d)	<ul style="list-style-type: none"> Tazón de aluminio. Espuma de polietileno. Ligas. Tubo de cartón de 20 cm. y 2" de diámetro. 	Si se crea una "bolsa de flujo" en el espacio entre la espuma de polietileno y la base inferior del tazón se podría acercar a las abejas lo suficiente para que, una vez que éstas se sujeten a la espuma y exploren en alguna abertura, serán capturadas.	El prototipo fue descartado ya que aún vertiendo las bolitas de papel éstas no fueron succionadas.
Cono (Figura A.9e)	<ul style="list-style-type: none"> Cartón corrugado. Trozo de costal. Cinta adhesiva. 	Para aumentar la succión, se redujo el espacio existente del simulador anterior a menos de un centímetro; esta vez volviendo más rugosa la superficie de agarre para las abejas.	La reducción en la distancia del cartón al costal no mejoró la situación.

Tabla A.6: Alternativas para boquillas a utilizar junto con el simulador final para almacenamiento de abejas.



a	b
c	d
e	

 Figura A.9: a) Boquilla recta ensamblada en tapa retractil (izquierda) y en aspiradora de mano (derecha). b) Boquilla múltiple ensamblada durante pruebas preliminares. c) Vista isométrica y superior de la boquilla múltiple con extensión flexible. d) Vista interior de alternativa cono. e) Intento de recolección de bolitas de papel con simulador tazón (izquierda), vertido de bolitas (centro) y empuje de éstas en la ranuras de la espuma de polietileno para lograr la succión.

Apéndice Ñ

Observaciones (Recolector 1)

- La colocación de broches en un lugar de uso constante, como el caso de las hombreras, implica un alto desgaste mecánico y un aumento en el mantenimiento del equipo.
- Durante su subida, un bombero tuvo que descender porque uno de los broches falló.
- El ancho de la boquilla no permitió visualizar el lugar que era aspirado y dificultó el acceso entre las ramas del árbol.
- La longitud de la manguera parece correcta, el bombero no se vio limitado al estirarse.

Comentarios bomberos (Recolector 1)

- “La boquilla está bien, por su forma curva por aquellos lugares a los que no es fácil de acceder”.
- “Voltear en las alturas es un poco más peligroso”.
- “Para mí es muy práctica en la mano. Estás viendo, activas y desactivas, de otro modo tendrías que buscar el botón, no está mal, pero éste es más práctico”.

Observaciones (Recolector 2)

- La manguera retráctil se adecúa a los movimientos del bombero y le permite más agilidad para moverse.
- Debido a que la boquilla no tenía una extensión como en el recolector uno, el bombero tuvo que estirarse más para alcanzar ramas lejanas.

Comentarios de bomberos (Recolector 2)

- Las dos están prácticas, el equipo que utilizamos también está pesado, y en comparación de éste pues no pesa mucho”.
- “Sería más segura la del cinturón, pero la otra es más práctica y se colocar más rápido”.
- “El aviso auditivo es mejor, para nosotros es más práctico tenerlo en la boquilla”.
- “Es mejor la manguera retráctil “.
- “A la manguera del recolector le hace falta una boquilla rígida e intercambiable”.

Apéndice O

Debido a los resultados de la encuesta realizada, se exploró dentro de los productos de Bee Hero la posibilidad de integrar un sistema para el tratamiento de la varroa. Debido a que la información relacionada fue recolectada en C2 meramente con motivos informativos sobre las distintas enfermedades a las que son susceptibles las abejas, se realizó una nueva para profundizar la antigüedad de este ácaro en las poblaciones de abejas, así como su impacto en la producción de miel y su posible relación con el decremento de colmenas en los apiarios de los practicantes alrededor del mundo.

Comenzando por el varroa, es un ácaro ectoparásito que vive de las abejas *Apis Mellifera*, alimentándose de la hemolinfa de las crías (líquido y nutriente de los invertebrados que no contiene oxígeno) y haciendo que estas enfermen incluso antes de ser adultas, debilitando con esto a la colmena en una enfermedad conocida como varroasis. Aunque se pensaba que el responsable era el ácaro *Varroa Jacobsoni* (descubierto por Edward Jacobson en 1904), identificado en colonias de *Apis Cerana*, en la isla de Java, y que llegó finalmente a México hasta 1992, fue finalmente en el año 2000 que Anderson y Trueman verificaron al verdadero culpable; una especie de ácaro al cual nombraron *Varroa Destructor*. De hecho, existe una tendencia general a la baja en la producción de miel con la llegada del varroa al territorio nacional (aunado claro a otros aspectos): previo a su arribo las cifras de miel generada superaban con facilidad las 65 mil toneladas; el promedio de los últimos 10 años rebasa apenas las 57 mil [119].

En cuanto a su ciclo de vida, cuya duración se encuentra entre los 90 y los 100 días, éste consta de dos fases (Figura A.10): una forética en que la hembra fecundada emerge de la celda adherida a la abeja para entrar en una celda de **cría abierta**, y una reproductiva, donde la hembra pone huevos (siendo el primero un macho fértil que fecundará a las hembras siguientes) dentro de la celda operculada (la siguiente generación se vuelve estéril si la celda se encuentra abierta), donde éstos crecen para iniciar de nuevo el ciclo. Ya que su metamorfosis es de 2 a 2.5 veces más rápida que en las abejas, tiene mayor posibilidad de sobrevivir durante el ciclo de crecimiento de estas últimas, adicional a que el ácaro puede subsistir lejos de su huésped hasta nueve días y hasta 30 dentro de las celdas de **cría operculada** [120].



Figura A.10: Final de la fase forética del ácaro (izquierda), inicio de fase reproductiva con la hembra colocando los huevos de la siguiente generación mientras se alimenta de la hemolinfa de la larva de abeja (centro) e inicio de la fase forética con las crías hembras emergiendo de la celda adheridas a la adulta (derecha) [121].

Sobre su localización, el ácaro es encontrado en los zánganos jóvenes o en obreras, especialmente sobre el tórax y en las uniones que éste tiene con la cabeza y el abdomen. El debilitamiento de una colmena con varroasis yace en la reducción del ciclo de vida de la abeja huésped a la mitad,

junto con la disminución en su capacidad de pecoreo por deformidades en su cuerpo (Figura A.11), resultado de un desarrollo incompleto en su etapa como larva y del contagio de otros virus y enfermedades que porta la hembra cuando se alimenta: conforme el ácaro se esparce la frecuencia de estos casos aumenta, evitando con esto la renovación de abejas obreras viejas con ejemplares jóvenes. Esta interrupción provoca que las defensas de la colmena disminuyan y la organización social de las abejas se deteriore; una colmena con varroasis llega a producir hasta 65% menos de miel anualmente [122].



Figura A.11: Abeja con ácaros de varroa sobre su abdomen y tórax (izquierda) [123], especímenes de abejas sanas y con deformidades en alas debido a varroasis (centro) y abeja en solitario con falta de desarrollo corporal y alas deformes por presencia de varroa en su colmena (derecha) [124].

La varroasis es además contagiosa, si una colmena llega a presentar síntomas de la enfermedad existe la posibilidad de que ésta se extienda a otras colmenas dentro de un mismo apiario o, inclusive, a otras regiones, a través de los siguientes modos de dispersión [122, 125]:

Dentro de un apiario o entre apiarios

- Efecto deriva (ingreso de la abeja a una colmena ajena por extravío).
- Por pillaje de colonias débiles en épocas de escasez alimenticia.
- Intercambio de material biológico entre colmenas que estén muy próximas.
- A través de los zánganos que entran libremente a las colmenas.
- Por manejo erróneo de equipo: intercambio de bastidores con cría parasitada.
- Por introducción de abejas reinas no certificadas y enjambres silvestres.

Entre regiones

- Práctica de apicultura migratoria.
- Movilización de apiarios infestados a zonas no contaminadas.
- Movimiento natural de enjambres.
- Movilización incontrolada de abejas reinas.
- Material biológico infestado.
- Material apícola contaminado.

Otro de los aspectos que vuelven a la varroasis una enfermedad de suma importancia es la poca presencia de síntomas durante sus inicios: signos claramente visibles se deben a que la patología se encuentra muy avanzada. Dentro de los indicadores que un apicultor puede reconocer como síntomas de varroasis se encuentra la reducción de peso general en las abejas, el aumento de éstas con deformidades, decremento repentino de ejemplares adultos y, claro está, la presencia de ácaros en obreras, cría y piso de la colmena.

Aunque en la actualidad la varroasis no puede ser eliminada completamente de una colmena, sí puede controlarse a un nivel de crías y abejas sanas con poca presencia de enfermedades. Además, de los tratamientos existentes, cada apicultor debe corroborar que la alternativa seleccionada pueda ser aplicable a sus colmenas, ya que uno de los grandes problemas que tiene la varroasis es que dichas soluciones no son adaptables a cada caso de infestación por las muchas y muy grandes variaciones que disminuyen su efectividad: el nivel de infestación, la existencia de otros ácaros, el clima y, en especial, las prácticas de cada apicultor, por mencionar algunas.

Adicional a lo anterior, debido al ataque doble que el ácaro realiza sobre la colonia (cría y abeja adulta) se ha realizado, desde su aparición en las colmenas, una extensa experimentación con una gran diversidad de productos de origen sintético y natural, se han desarrollado un conjunto de prácticas que aprovechan el sistema de defensa de las abejas y, además, se han adaptado y generado tecnologías de diversa índole para el monitoreo y saneamiento de las colmenas; concluyéndose que la mejor solución es la combinación, a lo largo del año, de las soluciones disponibles y más efectivas para cada apicultor.

Precisamente por esta combinación de procedimientos que el apicultor debe realizar para controlar la varroasis, sin que esto asegure que dicha enfermedad será mitigada eficazmente, se decidió proponer un sistema que disminuyera el ácaro varroa para evitar el contagio en las colmenas del apiario adonde el apicultor lleve la colonia rescatada por Bee Hero. Para llegar a la propuesta de solución, se realizó en primera instancia una investigación que permitiera dilucidar el abanico de soluciones o métodos que al día de hoy se han desarrollado (Tabla A.7) y que se dividió en cuatro grupos:

Biológicos: Se refieren a las soluciones generadas por la propia especie *Apis* para excluir al ácaro de la colmena. Son suficientes cuando el porcentaje de infestación es inferior al 5%.

Químicos: Son los productos que, empíricamente y científicamente se han generado para acabar con la varroasis. Requieren un periodo de aplicación que puede ir desde las 3 hasta las 9 semanas, recomendándose para esto hacerlo en los inicios de otoño para evitar que las abejas carguen con una mayor cantidad de enfermedades durante el invierno. No se ha encontrado uno efectivo al 100% y los resultados difieren según el apicultor y sus prácticas, adicional a que el ácaro puede desarrollar resistencia si sólo un producto se utiliza por tiempo prolongado y que la miel puede resultar contaminada si se trata de sustancias fuertes.

Biotécnicos: Esta categoría aprovecha el desarrollo del ácaro en la celda de cría melífera, evitando el uso de productos químicos que puedan contaminar los diversos productos que las obreras generan. Implica la intervención del apicultor para remover y reemplazar periódicamente los panales infectados

Tecnológicos: Son los dispositivos que ofrece el mercado actualmente para disminuir la presencia de la varroasis en las colmenas de los apicultores, tratando de considerar que cada practicante tiene sus procesos y que sus resultados están ligados al ambiente donde ejerce la apicultura.

	Solución	Descripción
Biológicos	Comportamiento de acicalamiento	Conjunto de danzas realizadas por la abeja adulta parasitada para que sus compañeras remuevan los ácaros sobre su cuerpo.
	Comportamiento higiénico	Las obreras adultas realizan una remoción de larvas y pupas que se encuentren muertas dentro de las celdas. Este método también es efectivo contra loque americana y ascospérosis.
	Fertilidad de varroa	Se ha demostrado que el clima, subespecie de abeja y la alimentación de la misma influye en la fertilidad del ácaro. De hecho se descubrió una gran cantidad de hembras infértiles en zonas tropicales de Europa, Medio Oriente y Sudamérica. Además, se ha asociado esta falta de fertilidad en el parásito con abejas de origen africanizado, ya que ésta subespecie contiene bajas concentraciones de hormona juvenil en su hemolinfa.
	Periodo de operculación de abejas	El ácaro tiene predilección por las celdas de zánganos (su periodo de desarrollo es mayor al de la obrera), porque en éstas aumenta su éxito reproductivo.
Químicos	Suaves	Son obtenidos de manera natural, por lo que se puede practicar agricultura orgánica con ellos [126]. Son aplicados con el ahumador, siendo un ejemplos los aceites esenciales: timol, mentol, canola.
	Fuertes	Distintas empresas han creado tiras de contacto o de evaporación que se colocan al interior de la colmena y que están autorizadas por SAGARPA: Apistan, Colmesan y Bayvaroll, por mencionar algunos.
Biotécnicos	Extracción de ácaro con peine	Recomendado para la primavera e inicios de verano (mayor presencia de celdas zanganeras), consiste en remover una porción de cría con ácaros, evitando con esto su reproducción.
	Uso de panales con celdas de cría abiertas	Consiste en atraer al ácaro colocando, a manera de señuelo, panales zanganeros con celdas abiertas para que comiencen con su fase reproductiva. Se puede exterminar hasta el 90% de varroa con este método.
Tecnológico	Colmena termosolar	Producto de República Checa que asegura exterminar a la varroa al 100% mediante energía termosolar, sin dañar a las abejas y cría. Pierde funcionalidad en días con 70% de nubosidad.
	Varroa Buster	Proveniente de Austria, propone colocar un par de dispositivos por colmena para matar al ácaro por deshidratación, a la cual llega al ser desprendida su capa externa cuando la abeja camina en el espacio que existe entre la pared de la colmena y el dispositivo.
	Bee Ethic	Limitado sólo a colmenas Dadant y Langstroth, es una colmena constituida por marcos interconectados operados por una unidad de control que aplica un tratamiento térmico a la colmena mensualmente.
	Varroa Controller	Con origen alemán, este producto permite la eliminación de varroa en las celdas operculadas de cría a través de hipertermia, controlando la temperatura y la humedad al interior del producto.

Tabla A.7: Mecanismos y procedimientos generados a lo largo del tiempo para combatir al ácaro varroa desde su aparición.

Después de analizar las diferentes posibilidades se concluyó que, para el caso de los métodos biológicos, las soluciones que podrían desarrollarse se encuentran en una mejora genética: si se logra acortar biológicamente el desarrollo de la abeja adulta dentro de la celda podría evitarse que el ácaro cumpla con su fase reproductiva; esto conlleva al mismo tiempo la posibilidad de que el varroa acorte su ciclo de vida para asegurar su supervivencia.

En cuanto al aprovechamiento de productos químicos (naturales o artificiales), la recomendación de no practicarlo durante flujo de néctar y el periodo prolongado en que el tratamiento tiene que aplicarse vuelve esta solución ineficiente para los objetivos de Bee Hero: el tiempo contemplado de permanencia de las colmenas rescatadas en el módulo de espera sólo permitiría una primer aplicación de químicos a la colmena y si éstos son de contacto, se requeriría personal adicional para realizar esta tarea.

Considerando entonces que el varroa no prolifera de la misma manera en climas tropicales, y observando que tecnológicamente los productos en el mercado apuestan por tratamientos térmicos, se decidió seguir esta línea de propuestas e incluir, dentro del módulo de espera, un sistema de control para eliminar la mayor cantidad de varroa antes de que el apicultor traslade la colmena rescatada a su apiario. Ya que los principales factores que diferencian a un clima de otro dependen de la temperatura y humedad presentes (y sabiendo que estos factores afectan la supervivencia de una colonia), se propone que el sistema controle estas variables de tal manera que no se dañe a las abejas o a la cera donde yacen sus crías.

Tras realizar una investigación para saber si existen experimentos relacionados con la efectividad de la termoterapia propuesta, se descubrió que se han realizado pruebas para remover el ácaro varroa desde 1978 en el este de Europa, obteniéndose resultados positivos. Principalmente de dos series de pruebas realizadas en el 2000 y 2016, de donde se ha obtenido que la temperatura idónea para que la hembra de varroa pueda subsistir oscila entre los 32.5 y 33.4 °C y que ésta empieza a sufrir daños a partir de los 38 °C, se concluye que un rango entre los 40 y 47° (con una humedad relativa inferior al 20%) es efectivo para asegurar el desprendimiento del parásito si se encuentra sobre una melífera adulta, o su infertilidad durante su fase reproductiva si se encuentra dentro de una celda operculada.

Los resultados de las investigaciones y los valores mencionados anteriormente permitirán entonces que, en un trabajo a futuro, se pueda desarrollar un sistema de control automático que de tratamiento a las colmenas rescatadas, pudiendo inclusive integrarse al recolector de abejas, volviéndolo un producto que podrían comprar los apicultores para tratar rápidamente a sus colmenas.

Apéndice P

- Tener como objetivo primordial el logro de un impacto social positivo y cuantificable. El beneficio es necesario para poder realizar su objetivo.
- Utilizar las ganancias ante todo para lograr su misión.
- Gestionarse con diligencia, responsabilidad y transparencia, involucrando a los empleados, clientes y partes interesadas afectadas por sus actividades comerciales.

Es fácil reconocer a una empresa social porque nunca pierde su objetivo de vista: mejorar las vidas de los demás. En estas compañías, los dividendos se reinvierten en la realización del objetivo social para continuar creciendo y aumentando su impacto.

Es el caso de Auara, empresa participante en el programa de apoyo al emprendimiento social, BBVA Momentum, que ha creado una marca de agua mineral cuyos dividendos se invierten al 100% en llevar agua potable a las personas que carecen de ella. Los resultados de su trabajo saltan a la vista: “El acceso a agua potable es un cambio de vida para las comunidades en las que trabajamos, ya que reduce drásticamente la incidencia de enfermedades, en la higiene y en la alimentación, aumenta la disponibilidad de tiempo para escolarización y el desarrollo laboral y económico”, explica Antonio Espinosa, cofundador y CEO de la empresa.

Apéndice Q

Los programas de apoyo son convocatorias de instituciones privadas o gubernamentales para la obtención de fondos para proyectos con fines sociales o ambientales. Algunos de éstos son los siguientes:

- Global Innovation Fund
- FEMSA donativos
- Convocatoria Proyectos Fondo de la Embajada de Nueva Zelanda
- Fondo CANADÁ para iniciativas locales
- Proyectos Fundación Walmart
- The GEF Small Grants Programme
- ADM funding

Por otro lado algunas de las empresas Socialmente Responsables que podrían estar interesadas en apoyar y ser parte de Bee Hero son las siguientes:

- Monsanto
- La Costeña
- Herdez
- Bimbo
- Coca-cola
- Jumex
- Beer Factory
- Carlota
- Bayer



Anexos

Anexo I

Se utilizaron los siguientes modos de observación para encontrar necesidades en usuarios:

Modos de observación a usuarios

Debido a que durante la realización de Bee Hero existieron diversas pruebas y entrevistas a los usuarios, el equipo usó las técnicas que a continuación se enlistan para la observación de los mismos, de tal manera que durante el análisis de sus acciones o de lo que respondieron no existieran sesgos (provocando un sentimiento de vulnerabilidad), volviendo más probable mostraran sus costumbres, maneras de pensar; aquello que consideran normal, aceptable o verdadero. Es precisamente de este desenvolvimiento franco que se pueden observar: desconexiones entre sus acciones y palabras, soluciones o arreglos que usan de manera cotidiana pero que podrían pasar desapercibidas y, sobre todo, sus verdaderas necesidades.

Sombra

Consiste en seguir a la(s) persona(s) de interés durante las actividades cotidianas que podrían reflejar aquella información que es de interés, no olvidando que dicho conocimiento puede ser encontrado de la manera menos inusual.

Registro de conductas

Además de ser una técnica adecuada para la realización de personajes, asentar por medio de fotografías el medio donde el usuario lleva a cabo ciertas actividades de interés es una fuente valiosa de información para la construcción de escenarios, ya que de esto se puede obtener el tipo de interacción que existen entre objetos, personas y el ambiente donde todo ocurre.

Jornadas de consumo

Ahora bien, una vez que se ha registrado qué actividades y tipos de interacciones realiza el usuario, otra manera de obtener información es respondiendo a cómo se llevan a cabo lo anterior, de tal manera que se pueda obtener una visión “macro” y “micro” de la situación.

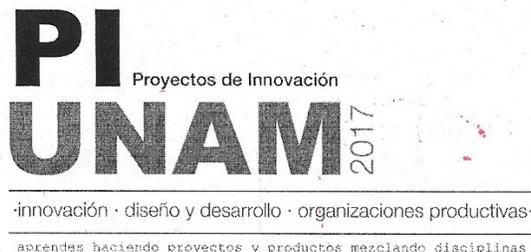
Entrevista a usuarios extremos

Como la búsqueda de generar impacto en el mayor número de individuos fue uno de los objetivos de PI, la realización de entrevistas a personas con extenso o nulo conocimiento sobre los temas de interés para el equipo, aportó información guía para el primer caso, y complementaria en el segundo, ya que a través de este recurso se pudo integrar al usuario inexperto a la propuesta de valor, siguiendo las recomendaciones de su contraparte.

Contar historias

Por último y no menos importante, el hecho de hacer una pregunta inicial, permitir los silencios entre cuestionamientos o simplemente no realizar alguno, permitió que los entrevistados contaran sus historias. Esto no sólo aportó información adicional o inesperada para el equipo, sino que fue una técnica que permitió entablar confianza y cierta empatía con los encuestados, aspectos con los que se logró un mayor desenvolvimiento durante las pruebas.

Anexo II



SAGARPA > ABEJAS

Brief

"La apicultura en México tiene una gran importancia socioeconómica y ecológica, ya que es considerada como una de las principales actividades pecuarias generadora de divisas. Generalmente esta actividad se asocia únicamente con producción de miel, polen, jalea real, propóleos, sin embargo, las abejas son fundamentales para un equilibrio del medio ambiente ya que las abejas al obtener el alimento de las flores fomentan en las plantas la capacidad de fecundarse. Lo anterior se conoce como polinización cruzada, con ésta, las plantas generan el oxígeno suficiente para la vida y además, aumentan el rendimiento en los cultivos, lo que favorece un incremento en alimentos de origen vegetal, materia prima textil, e insumos agropecuarios." 1

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



SAGARPA está interesada en que un equipo que mezcle disciplinas como el diseño industrial, la ingeniería mecánica y la mecatrónica, y la administración; investiguen y analicen la problemática de la apicultura (recordemos que hay dos especies, la europea y la americana), de manera que puedan proponerse soluciones diseñando artefactos para alguna de las oportunidades que se identifiquen, habrá que tomar en cuenta las tendencias y cambios previsibles de la apicultura a un horizonte temporal de 15 a 20 años.

Se cuenta con recursos para desarrollar el proyecto, elaborar simuladores y prototipos, de manera que estos puedan ser probados físicamente.

1. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/documents/2015/apicultura/notiabj%202015-1.pdf>

Anexo III

Equipo de apicultor (para mayor información ir al glosario) [127-136]

Sus bordes se usan para romper los propóleos que unen los bastidores, para separarlos y ayudar a levantarlos.

Cuña



Peine desoperculador

Sus púas lo vuelven útil para remover el opérculo en celdas de miel o cría.



Ahumador

Su humo tranquiliza a las abejas.



Extractor de miel

Con él se extrae la miel de los panales sin dañarlos. Según el volumen de producción éste puede ser manual o eléctrico.

Velo de apicultor

Unido al traje con un cierre o broches, protege la cabeza y rostro del practicante y le permite ver mediante una malla.



Traje de apicultor

Según la mansedumbre de la colmena, se usa traje completo (alta agresividad), o chaqueta.



Cepillo

Ayuda a quitar, sin dañar, las abejas en los bastidores.



Excluidor de reinas

Permite transportar y aislar la abeja reina.



Guantes

Protegen las manos y evitan que las abejas se introduzcan en la ropa. Colmenas muy dóciles no requieren su uso.



Colmena con bastidores

Es el habitáculo que brinda el apicultor a la colmena. Existen diferentes tipos según la distribución de panales y las dimensiones de los bastidores.

Anexo IV



Figura: Principales componentes de una colmena tipo Langstroth (izquierda) [137] y conformación de un cuadro para cría o miel (derecha) [138].

Componente	Largo [cm]	Ancho [cm]	Alto [cm]
Cajón para cámara de cría o melaria	46	37	23
Cuadro o marco	48.2	23.1	3.5

Tabla: Dimensiones del cajón y cuadro para la colmena tipo Langstroth [139].

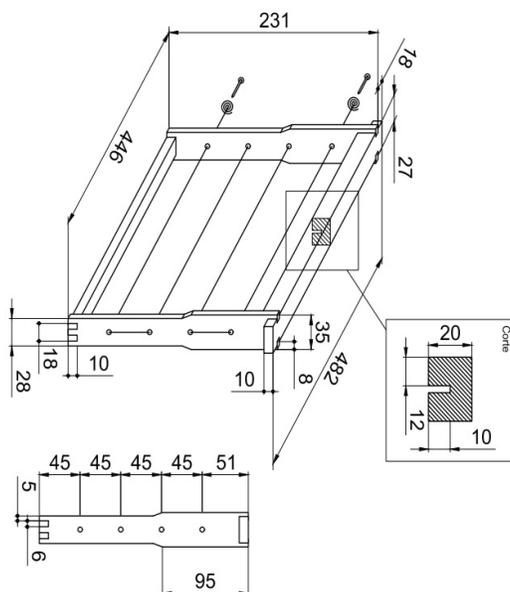


Figura: Detalle de dimensiones de cuadro para colmena tipo Langstroth, para construcción de prototipos [139].

Anexo V

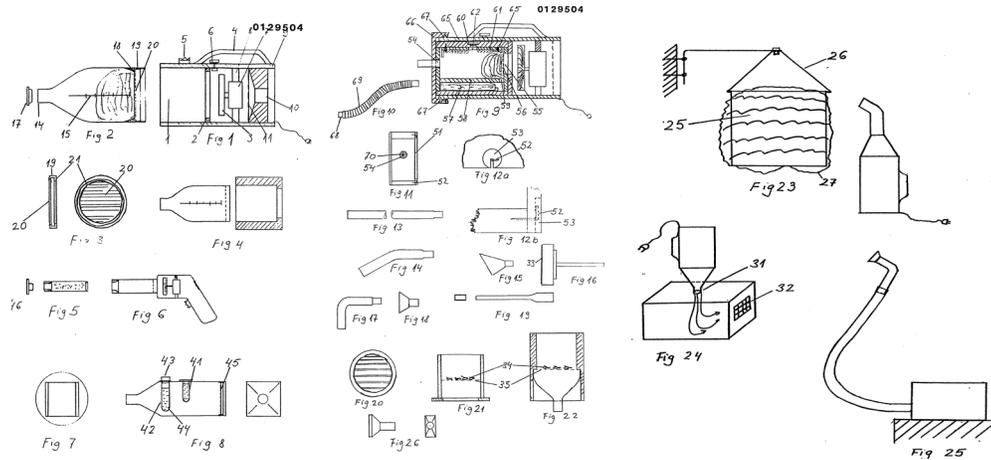
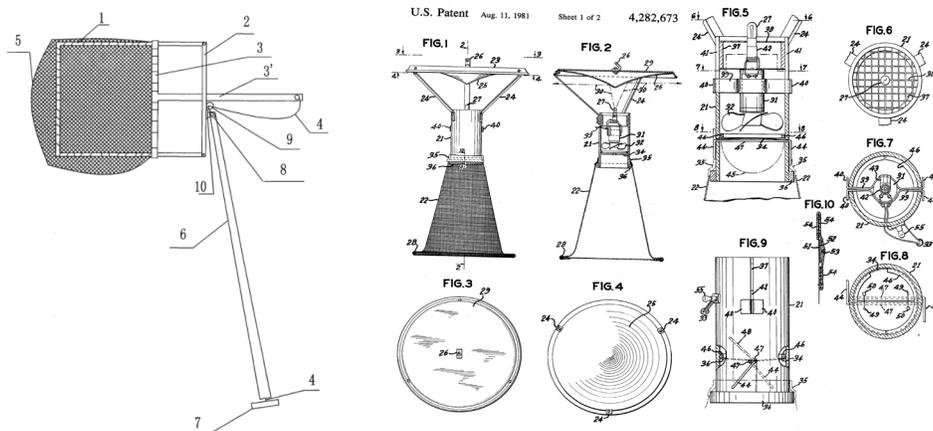
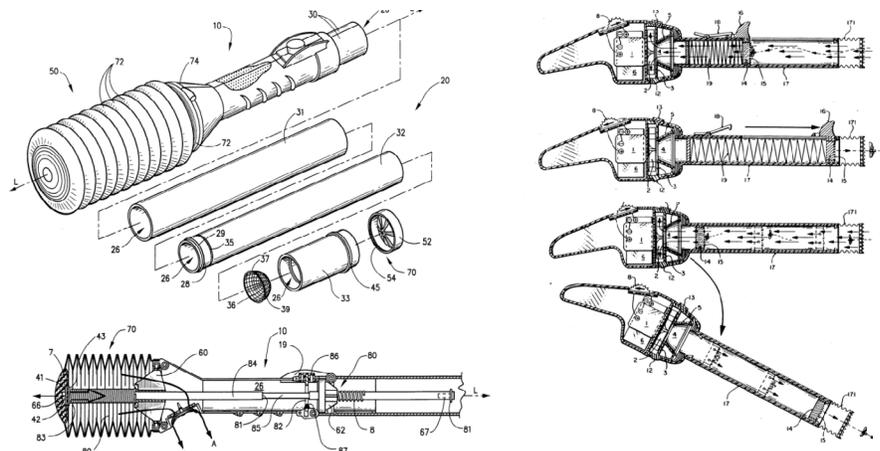


Figura: Patente de Ferenc Reider para un "dispositivo para atrapar insectos himenópteros, especialmente abejas y para almacenar cajas de copulación con abejas".



a b Figura: a) Patente de Cui Jianyu para un "dispositivo para atrapar abejas y panales". b) Patente de Dana A. Focks y John W. Hock para una "trampa de insectos voladores".



a b Figura: a) Patente de Philip W. Wyers sobre un "método para capturar insectos". b) Patente de Jack M. Broomfield y Douglas W. Broomfield para un "aparato para la recolección y disposición de insectos".

Anexo VI

Lista de componentes que forman el programa de apoyo a productores con un extracto de su descripción según la fuente principal:

- Capitalización Productiva Pecuaria

“...incentiva económicamente a las unidades pecuarias, para adquirir activos productivos, infraestructura, maquinaria y equipo...” [140].

- Estrategias Integrales para la Cadena Productiva

“...permite incrementar la productividad y acceder a servicios de certificación, así como a infraestructura, maquinaria y equipo para acondicionar las Unidades de Producción Pecuaria y alimentar el ganado.” [141].

- Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico Pecuarios

“...el apoyo que brinda este incentivo permitirá adquirir proyectos que generen un cambio tecnológico sustantivo en la actividad ganadera, estos pueden incluir maquinaria, equipos e instalaciones innovadoras, así como acompañamiento técnico.” “Mediante los cuales podrás obtener financiamiento para el desarrollo de planes que impacten a escala nacional o regional la actividad ganadera con acompañamiento técnico profesional...”[84].

- PROGAN Productivo

“...otorga apoyos económicos a productores que cuentan con vientres de ganado bovino, ovino, caprino, cunícola, porcino o si tienen colmenas con el fin de proteger el patrimonio, tanto de los productores como del país.” [142].

- Sustentabilidad Pecuaria

“bienes de apoyo que minimicen los efectos ambientales de los desechos pecuarios, asimismo, para rehabilitar agostaderos o mejorar las tierras de pastoreo donde realizas tus actividades ganaderas, entreo otras actividades” [143].

Anexo VII

Batería	Ventajas	Desventajas	Ciclos promedio de carga	Densidad de energía
Níquel-cadmio (Ni-Cd)	<ul style="list-style-type: none"> Disipan la energía de sobrecarga a manera de calor. La baja impedancia debida a su resistencia interna las hace buenas candidatas para conexiones en serie. Tensión se mantiene durante el 90% de su descarga. Bajo mantenimiento. Hasta 20 años de duración. 	<ul style="list-style-type: none"> El cadmio es un elemento altamente contaminante Voltaje de celda de 1.2 V Tiempo de carga prolongado (promedio de 14 horas) Carga afectada por temperaturas inferiores a 20°C Propensas a efecto memoria, desencadenado por ciclos incompetos de carga-descarga. 	1000 - 3500	50 Wh/kg
Níquel e hidruro metálico (Ni-MH)	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de efecto memoria. Menos contaminantes que Ni-Cd. Tensión se mantiene durante el 90% de su descarga. Bajo mantenimiento. Disipan la energía de sobrecarga a manera de calor. Hasta 20 años de duración 	<ul style="list-style-type: none"> Voltaje de celda de 1.2 V Resistencia interna mayor que las Ni-Cd. Alcanzan temperaturas elevadas durante su carga y uso. Requieren vigilancia durante su carga. Mayor tasa de autodescarga que Ni-Cd. 	500 - 2000	70 Wh/kg
Ion de litio (Li-Ion)	<ul style="list-style-type: none"> Reducido efecto memoria. Mayor permanencia de carga. Reducción en el tiempo de carga (promedio de 2 horas). Más ligeras que baterías de Níquel. Mayor densidad energética que baterías de Níquel. La relación descarga-voltaje de celda es lineal. Baja resistencia interna. Baja tasa de autodescarga. Efecto de pasivación por almacenamiento prolongado o cargas cortas. 	<ul style="list-style-type: none"> Orientada hacia dispositivos pequeños. Daños irreparables a voltajes inferiores a a 3V. Son inflamables por sobrecarga, temperaturas elevadas o perforaciones en su cubierta. Deterioro por ausencia de carga. Propensa a derrames del Temperatura ideal para funcionamiento de 15°C. Requieren supervisión en su recarga. Hasta 5 años de duración. 	400-1200	75 - 125 Wh/kg
Polímero de litio (Li-Po)	<ul style="list-style-type: none"> Reducido efecto memoria. Mayor permanencia de carga. Reducción en el tiempo de carga (promedio de 2 horas). Más ligeras que baterías de Níquel. Mayor densidad energética que baterías de Níquel. Gran capacidad de descarga. La relación descarga-voltaje de celda es lineal. Baja tasa de autodescarga. Polímero interno de gel evita derrames. Más baratas que baterías Li-Ion. 	<ul style="list-style-type: none"> Orientada hacia dispositivos pequeños. Daños irreparables a voltajes inferiores a a 3V. Son inflamables. Más flexibles que las baterías Li-Ion. Reducción de rendimiento a bajas temperaturas. Variación en voltaje de celda afecta tensión de salida constante. Requieren supervisión en su recarga. Hasta 5 años de duración. 	500-1000	100 -130 Wh/kg

Tabla: Cuadro comparativo sobre tipos de baterías comerciales que podrían emplearse en recolector de abejas.

Referencias

- [1] Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2015). Notiabeja. 2016, de SAGARPA. [En línea] Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/2015/APICULTURA/Notiabj%202015-1.pdf>
- [2] VanEngelsdorp D., Evans J.D., Saegerman C., et al. (2009). Colony Collapse Disorder: a descriptive study. 2016. PLoS One 4(8):e6481. [En línea] Disponible en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0006481>
- [3] Garreta Domingo, M. Mor Pera, E. (2003). Diseño Centrado en el usuario. 2016. Universitat Oberta de Catalunya Sitio web: [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Interaccion_persona_ordenador/Interaccion_persona_ordenador_\(Modulo_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Interaccion_persona_ordenador/Interaccion_persona_ordenador_(Modulo_3).pdf)
- [4] Hassenzahl, M. (2010). Experience Design: Technology for All the Right Reasons. 2016. Folkwang University, Campus Essen. Alemania. Morgan Claypool Publishers. [En línea]. Disponible en: https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/437732/mod_assign/intro/Hassenzahl%2C%20M.%20%282010%29.%20Experience%20Design%20Technology%20for%20All%20the%20Right%20Reasons.%20Synthesis%20Lectures%20on%20Human-Centered%20Informatics%2C%203%281%29%2C%201-95.pdf
- [5] Hassenzahl, M. (2008). User Experience (UX): Towards an experiential perspective on product quality. University of Koblenz-Landau. Alemania. [En Línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/1975951/User_experience_UX_towards_an_experiential_perspective_on_product_quality?auto=download
- [6] Brewer, J. (2010). The five w's of UX. 2016. 52 weeks of UX. [En línea]. Disponible en: <http://52weeksofux.com/post/890288783/the-five-ws-of-ux>
- [7] Brown, T. (2018). Design Thinking: Design thinking is a process for creative problem solving. 2018. Ideo. [En línea]. Disponible en: <https://www.ideo.com/pages/design-thinking>
- [8] Platner, H. (). An Introducing to Design Thinking: Process Guide. 2017. Institute of Design at Stanford. [En línea]. Disponible en: <https://dschool-old.stanford.edu/sandbox/groups/designresources/wiki/36873/attachments/74b3d/ModeGuideBOOTCAMP2010L.pdf>
- [9] Universia. (2017) Diferencias entre el desarrollo sostenible y el sustentable. Universia México. 2018. [En línea]. Disponible en: <http://noticias.universia.net.mx/cultura/noticia/2016/02/09/1136185/diferencias-desarrollo-sostenible-sustentable.html>
- [10] Sepúlveda S, Castro, A. Rojas, P. (2001). “Metodología para estimar el nivel de Desarrollo Sostenible en espacios territoriales”, Cuadernos Técnicos, (4): pp. 18-19, San José de Costa Rica: IICA. [En línea]. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/proyecto/139jpn/document/3dctos/3%20referen/2ot/biogram.pdf

[11] Priego, C. (2003). La institucionalidad ambiental nacional e internacional: Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable. 2017. Buenos Aires. INET, GTZ. [En línea]. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/24627/1/La%20Institucionalidad%20Ambiental%20Nacional%20e%20Internacional.pdf>

[12] Castaño Martínez, C. (2014). Los pilares del desarrollo sostenible, sofisma o realidad. 2017. Colombia. Universidad Santo Tomás. [En línea]. Disponible en: <http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea//eduvirtual/Libros/Desarrollosostenible/files/assets/downloads/publication.pdf>

[13] Ilustración de sustentabilidad. [En línea]. Disponible en: https://energiayhabitabilidad2014.files.wordpress.com/2014/03/sustentabilidad_esquema1.jpg

[14] Departamento de Agricultura y Protección del consumidor. (2005). Protección a los polinizadores. 2016. Protección a los polinizadores. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0512sp1.htm>

[15] Gallai, N. Michel Salles, J. Settele, J. Vaissière, B. (2008). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. 2016. Ecological economics 68 810-821. [En línea]. Disponible en: http://www1.montpellier.inra.fr/lameta/articles/5.4.2_POLLINATION.pdf

[16] W. Roubik, Davi. (1992). Ecology and natural history of tropical bee. 2016. Cambridge University Press. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=ljlaYMe16noC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

[17] SAGARPA. (2016). Ilustración sobre el consumo de la miel. 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.pinterest.com.mx/pin/440719513515171952/>

[18] Paz, F. (2013). En México el consumo per capita de miel es de una cucharada al año. 2016. Cambio de Michoacán. Sociedad Editora de Michoacán. [En línea]. Disponible en: <http://www.cambiodemichoacan.com.mx/nota-190536>

[19] SAGARPA. (2010). Situación actual y la perspectiva de la apicultura en México. 2016. Revista claridades agropecuarias No. 199. [En línea]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/29/matapi09c.pdf>

[20] SAGARPA. (2016). Boletines: Reafirma México su posición como sexto productor mundial de miel. 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/yucatan/Boletines/Paginas/201601B006.aspx>

[21] Torres, Yuridia. (2017). Exportación de miel cae 40% durante 2016. 2017. El financiero, sección de economía. [En línea]. Disponible en: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/exportacion-de-miel-cae-40-durante-2016.html>

- [22] Soluciones especializadas. (2017). La exportación de miel mexicana rompe las fronteras del mercado mundial. 2017. TIBA México. [En línea]. Disponible en: <https://www.tibagroup.com/mx/exportacion-de-miel#>
- [23] SAGARPA. (2016). Miel orgánica. [En línea]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/infografias/Paginas/Mielorganica.aspx>
- [24] SAGARPA. (2017). ¿Sabes qué estado produce más miel? 2017. [En línea]. Disponible en: <https://marcomares.com.mx/estados/yucatan-campeche-jalisco-grandes-productores-miel-mexico/>
- [25] Magaña, M., et al. (2012). Estructura e importancia de la cadena productiva y comercial de la Miel en México. 2016. Revista mexicana de ciencias pecuarias Vol.3 No.1. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000100004
- [26] Perez ,M. (2010). Miel, negocio millonario con productores pobres. 2016. La Jornada. [En línea]. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2010/07/27/sociedad/037n2soc>
- [27] Valdés, P. (2014). Apicultura de precisión. 2016. Agrimundo: Inteligencia Competitiva para el sector Agroalimentario. Reporte No. 2. [En línea]. Disponible en: http://www.agrimundo.cl/wp-content/uploads/140604_reporte_apicultura_n2.pdf
- [28] Dávalos, T. (2016). Tecnología para la producción apícola. 2016. Agencia Informativa CONACyT. [En línea]. Disponible en: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/mundo-vivo/8044-endulzan-la-produccion-apicola-reportaje>
- [29] Anónimo. Acuexcomatl, centro de educación ambiental. 2016. [En línea]. Disponible en: https://lh6.googleusercontent.com/RQ2cbyLi6GCNPOAG5cWQW4EJO8yyzy6OjNxVdKKfYxMikwTMwye0-GMdnmVLR6ENYUmOIWAaBsabP2rTyb3Errl7fwBuGKYU37ARSqPYNak_TT74H68czpZKghuFWNJGoaePG9oK
- [30]. Anónimo. DIF Tlalnepantla. 2016. [En línea]. Disponible en: <https://pbs.twimg.com/media/CoaRgp2UsAAUaZg.jpg>
- [31] Son de miel. (2015). Productos. 2016. [En línea]. Disponible en: https://scontent.fmex1-1.fna.fbcdn.net/v/t1.0-|9/10257885_289001651276684_2567777598773927425_n.jpg?oh=fb425a4d801e47305de905dac6aa8458&oe=5AF606A8
- [32] Redacción. (2016) La desaparición de abejas; catástrofe mundial. 2016. México. Excelsior. [En línea]. Disponible en: <http://www.excelsior.com.mx/global/2016/09/08/1115820>
- [33] Anónimo. (2011). ONU alerta por alta mortalidad de abejas. 2016. La nación. [En línea]. Disponible en: <https://www.nacion.com/archivo/onu-alerta-por-alta-mortalidad-de-abejas/MORRA4BOKVEKXEMXPVYD2I5GAE/story/>

- [34] SAGARPA. (2014). Manual de patología apícola. 2016. México. Coordinación General de Ganadería: Programa Nacional para el control de la Abeja Africana. [En línea]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20apcolas/Attachments/5/manpato.pdf>
- [35] Organización Mundial de Sanidad Animal. (2015). Enfermedades de las abejas. 2016. [En línea]. Disponible en: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/Disease_cards/BEES-ES.pdf
- [36] Sanchez, F. (2016). El escarabajo que amenaza las colmenas. 2016. Saltillo Coahuila, México. Agencia Informativa Conacyt. [En línea]. Disponible en: <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/mundo-vivo/6035-aethina-tumida-8-anos-de-seguimiento-del-pequeno-escarabajo-de-las-colmenas-uaaan-sagarpa-universidad-autonoma-agraria-antonio-narro-saltillo-coahuila-apicultura-entomologia-plaga-mexico>
- [37] Anónimo. (2015). Varroa en abejas. 2017. [En línea]. Disponible en: http://www.campogalego.com/wp-content/uploads/2015/07/APICULTURA_ABELLAS_VARROA_stansar.jpg
- [38] Anónimo. (2011). Sin título. 2016. [En línea]. Disponible en: <http://beeinformed.org/wp-content/uploads/2011/07/EFB-Twisting-larvae.jpg>
- [39] Anónimo. (2010). Escarabajo adulto PEC. 2016. [En línea]. Disponible en: <http://apiculturaiberica.com/wp-content/uploads/escarabajoadulto2-642x278.jpg>
- [40] World Bank Group. (2016). Abejas y humanos, juntos contra el cambio climático. 2016. Banco Mundial BIRF + AIF. [En línea]. Disponible en: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/25/abejas-cambio-climatico>
- [41] Ferreirim, L. (2015). Confirmadísimo. Los neonicotinoides, peligrosos para las abejas. 2016. Greenpeace. [En línea]. Disponible en: <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/Blog/confirmado-los-neonicotinoides-son-peligrosos/blog/53992/>
- [42] Gómez Pajuelo, A. (2013). Neonicotinoides *versus* abejas. 2016. A.G. Pajuelo. [En línea]. Disponible en: http://www.mioldemalaga.com/data/neonicotinoides_versus_abejasAGP130504.pdf
- [43] Alcántara, S. (2016). Alerta diputado desaparición masiva de abejas. 2016. El Universal. [En línea]. Disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/nacion/politica/2016/11/6/alerta-diputado-desaparicion-masiva-de-abejas>
- [44] Legislación y política consultores S.C. (2013). Cada 22 de agosto se conmemora el día del bombero. 2016. LEGISPOL. [En línea]. Disponible en: <http://legispol.com.mx/2013/08/cada-22-de-agosto-se-conmemora-el-dia-del-bombero/>

[45] Patricia. (2011). Todo lo que querías saber sobre abejas. 2016. Revista digital Conciencia Eco. [En línea]. Disponible en: <https://www.concienciaeco.com/2011/10/17/todo-lo-que-querias-saber-sobre-las-abejas/>

[46] Méndez Lozano, N. (2016). Invitan a salvar a las abejas. 2016. Milenio. [En línea]. Disponible en: http://www.milenio.com/region/abejas_en_Torreon-Sistema_Producto_Apicola_0_734926711.html

[47] Anónimo. (2014). Íconos. 2016. Efecto colmena. [En línea]. Disponible en: <https://www.efectocolmena.com/como-funciona>

[48] Anónimo. (2016). beebnb_01. 2016. Beebnb. [En línea]. Disponible en: <http://www.packagingoftheworld.com/2016/09/beebnb.html>

[49] Anónimo. (2013). Sin título. 2016. BeeBusters. [En línea]. Disponible en: <http://beebusters.com>

[50] Justo, D. (2016). Crean la primera abeja robótica con la capacidad de polinizar. (2016). Madrid. SER, ciencia y tecnología. [En línea]. Disponible en: http://cadenaser.com/ser/2016/11/29/ciencia/1480419396_314040.html

[51] Anónimo. (2016). abeja-robot-1. 2016. [En línea]. Disponible en: <http://digital58.com.ve/site/wp-content/uploads/2016/11/abeja-robot-1.jpg>

[52] Politechnika Warszawska. (2016). B-Droid-z-PW-juz-lata. 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.pw.edu.pl/var/pw/storage/images/uczelnia/aktualnosci/b-droid-z-pw-juz-lata/155147-1-pol-PL/B-Droid-z-PW-juz-lata.jpg>

[53] SAGARPA . (2012). Portada de publicación: Buenas prácticas de producción de miel. 2016. México. Gobierno Federal de México. [En línea]. Disponible en: <https://imgv2-2-f.scribdassets.com/img/document/135961479/original/d8c106cc35/1515200484?v=1>

[54] SAGARPA. (2011). Portada de publicación: Prevención de varroasis y suplementación. 2016. Gobierno Federal de México. [En línea]. Disponible en: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/e5/af/3c/e5af3c2172db393586ad0f634c0ee092.jpg>

[55] SENASICA. (2015). Portada de publicación: Manual de buenas prácticas pecuarias. 2016. Coordinación General de Ganadería. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/95427/Producci_n_de_Miel.pdf

[56] SENASICA. (2015). Portada de publicación: Sistema de Identificación y Trazabilidad de la Miel. 2016. Gobierno Federal de México. [En línea]. Disponible en: http://3.bp.blogspot.com/-vAXzHe0VJVk/T7nb5DSkQMI/AAAAAAAAAByc/IG0uf_ryVSU/s1600/cartel-trazabilidad+miel-12.jpg

- [57] Claw, Bruce. (2016). Beekeeping Basics with Bruce Clow - Harvesting Comb Honey. New Zealand Mediaexpo. 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=MJmSHYoo4kl>
- [58] Anónimo. (2012). Vac_main-1. 2016. Brushy Mountain Bee Farm. [En línea]. Disponible en: <http://www.brushymountainbeefarm.com/Owens-Bee-Vac/productinfo/318/>
- [59] Anónimo. (2016). Ilustración de producto: Ahumador eléctrico. 2016. La tienda del apicultor [En línea]. Disponible en: <https://www.latiendadelapicultor.com/ahumadores-apicolas/ahumador-electrico.html>
- [60] Anónimo. (2015). Maxresdefault. 2016. FlowHive. [En línea]. Disponible en: https://i.ytimg.com/vi/O_pj4cz2VJM/maxresdefault.jpg
- [61] Anderson, C. Anderson, S. (2014). United States Application US20140370781. 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.freepatentsonline.com/20140370781.pdf>
- [62] Garriga, J.B. (1940). United States Patent US2223561. 2016. United States Patent Office. [En línea]. Disponible en: <http://www.freepatentsonline.com/2223561.pdf>
- [63] Brushy Mountain Bee Farm. (2008). Owens Bee Vav. 2016. Brushy Mountain Bee Farm. [En línea]. Disponible en: <http://www.brushymountainbeefarm.com/Owens-Bee-Vac>
- [64] Anónimo. (2015). DemoBeeVac. 2016. Bushkill Beevac. [En línea]. Disponible en: https://beevac.com/wp-content/uploads/2017/12/DemoBeeVac_500x500_NoBackground-1.png
- [65] Anónimo. (2011). Vac-A-Bee Demonstration (short version). 2016. Vacabee. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=7uX8JISgk7k>
- [66] Anónimo. (2015). ACYOVGJ. 2017. V-Vac [En línea]. Disponible en: <https://www.laerdal.com/images/w344h240/ACYOVGGJ.jpg>
- [67] Anónimo. (2014). Ilustración de Res-q-vac. 2017. RES-Q-VAC. [En línea]. Disponible en: <https://www.spencer.it/media/364/captions/01.jpg>
- [68] Anónimo. (2014). Ilustración de res-q-vac manual. 2017. RES-Q-VAC. [En línea]. Disponible en: https://d2ch1jyy91788s.cloudfront.net/buyemp/uploads/images/product/pump_soft_3514.png
- [69] Anónimo. (2015). Ilustración de aspiradora BDH2000PL. 2017. Black+Decker Inc. [En línea]. Disponible en: <https://www.blackanddecker.com/products/home-cleaning/vacuums/handheld-vacuums/20v-max-lithium-pivot-vac/bdh2000pl>
- [70] Anónimo. (2014). Handled Vaccum Black Decker Max Lithium Flex 2000. 2017. Black+Decker Inc. [En línea]. Disponible en: <https://s.aolcdn.com/hss/storage/midas/91e4cc9e6506358c040e7c>

ade602f05b/203582912/03-handheld-vacuum-black-decker-max-lithium-flex-2000.jpg

[711] Anónimo. (2013). Ilustración de aspiradora BDPAD1200. (2017). Black+Decker Inc. [En línea]. Disponible en: https://d13z1xw8270sfc.cloudfront.net/origin/343224/1458297077917_b-dpad1200_a2.jpg

[72] Anónimo. (2016). Ilustración de aspiradora Dyson V8 Absolute vacuum cleaner. 2017. Dyson. [En línea]. Disponible en: <https://www.dyson.com/sticks/dyson-v8-absolute-yellow.html>

[73] Anónimo. (2016). Ilustración de producto Pest Control. 2017. Sokos. [En línea]. Disponible en: https://http2.mlstatic.com/pest-control-aspiradora-manual-insectos-luz-led-adios-bichos-D_NQ_NP_279511-MCO20594849557_022016-F.jpg

[74] Anónimo. (2010). Ilustración de equipo para atrapar insectos. 2017. EurekaKids. [En línea]. <https://www.eurekakids.net/p/186052/equipo-para-atrapar-insectos.jpg>

[75] Anónimo. (2012). My critter catcher. 2017. MyCrittterCatcher. [En línea]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=l_RsMvgWbpM

[76] Aguilera González, T. M. (2013). Colmena para polinización y traslado. 2017. Universidad de Chile. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112767/aguilera_t.pdf?sequence=1

[77] Ecobest. (2015). Nueva cubierta de poliestireno para colmenas individuales: Bee Coat. 2017. Biobest. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecobest.es/2015/05/01/nueva-cubierta-de-poliestireno-para-colmenas-individuales-bee-coat/>

[78] Burgett M.. (1980). The use of Lemon Balm (*Melissa Officinalis*) for Attracting Honeybee Swarms. *Bee World*, 61, 44-46. [En línea]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0005772X.1980.11097775?src=recsys>

[79] Waller Gordon, D. (1970). Attracting Honeybees to Alfalfa with Citral, Geraniol and Anise. *Journal of Apicultural Research*, 9, pp. 9-12. [En línea]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00218839.1970.11100238>

[80] Keeling, C. Slessor, K. Higo, H. Winston, M. (2003). New components of the honey bee (*Apis mellifera* L.) queen retinue pheromone. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.0836984100>

[81] Papachristoforou, A. (2013). Ilustración de artículo: Los enjambres de Vita ofrecen una nueva visión sobre el comportamiento de las abejas. 2017. Vita beehealth. [En línea]. Disponible en: <https://www.vita-europe.com/beehealth/wp-content/uploads/Swarmluring.jpg>

[82] Anónimo. (2014). Beekeeping hive attractant. 2017. SKU Co., Ltd. Store. [En línea]. Disponible en: <https://ae01.alicdn.com/kf/UTB8zFuYXL2JXKJKSanrq6y3lVXal/Beekeeping-Hive-Attractant-Lures-Honey-Bee-Swarm-10-X-2ml-Bee-Swarm-Attractant-Lure-1-X.jpg>

[83] SAGARPA. (2017). Programa de fomento ganadero, estrategia productiva. 2017. Gobierno Federal de México [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/programa-fomento-ganadero-estrategia-productiva?idiom=es>

[84] SAGARPA. (2017). El componente Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico Pecuarios, forma parte del Programa de Fomento Ganadero. 2017. Gobierno Federal de México. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/para-la-ganaderia-tambien-hay-innovacion-e-investigacion?state=published>

[85] Wilson-Rich, N. (2015). Urban hives can help safeguard the future of food, says a scientist and bee-keeper. 2017. Tufts University. [En línea]. Disponible en: <https://phys.org/news/2015-11-urban-hives-safeguard-future-food.html>

[86] Ted-Ed. (2013). Every city needs healthy honey bees - Noah Wilson-Rich. 2017. Ted-Ed. [En línea]. Disponible en: <https://ed.ted.com/lessons/every-city-needs-healthy-honey-bees-noah-wilson-rich>

[87] The Wall Street Journal. (2016). Ilustración de artículo Beehives With a View. 2017. Dow Jones & Company Inc. [En línea]. Disponible en: https://si.wsj.net/public/resources/images/BN-ML900_0209fi_M_20160205111337.jpg

[88] The Wall Street Journal. (2016). Ilustración de artículo Beehives With a View. 2017. Dow Jones & Company Inc. [En línea]. Disponible en: https://si.wsj.net/public/resources/images/BN-ML902_0209fi_M_20160205111337.jpg

[89] Wright, L. (2017). Por qué se ha vuelto tan popular la apicultura urbana y cuáles son sus beneficios. 2017. BBC. [En línea]. Disponible en: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-39267677>

[90] Achával, B. (2014). Más sobre apicultura urbana.... 2017. Noticias apícolas y otras yerbas. [En línea]. Disponible en: <https://beatrizachaval.blogspot.mx/2014/06/mas-sobre-la-apicultura-urbana.html>

[91] Organización Nacional de Apicultores. (2006). Presentación del plan rector apícola nacional. 2017. Unión Nacional de Apicultores. [En línea]. Disponible en: http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/sistemas_producto/prapicolanac.pdf

[92] Consejería Jurídica del Ejecutivo del Estado Tlaxcala. (2000). Ley de apicultura del estado de Tlaxcala. 2017. Gobierno del estado de Tlaxcala. [En línea]. Disponible en: http://legismex.mty.itesm.mx/estados/ley-tlax/TLA-L-Apicultura2000_10.pdf

[93] Sánchez Granados, D. (2016). Ley de apicultura del estado de México. 2017. Gobierno del Estado de México. [En línea]. Disponible en: <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/ley/vig/leyvig212.pdf>

[94] Ley de apicultura del estado de Jalisco [En línea]. Disponible en: <http://congresoweb.congresoal.gob.mx/BibliotecaVirtual/legislacion/Leyes/Ley%20de%20Fomento%20Ap%C3%ADcola%20y%20Protecci%C3%B3n%20de%20Agentes%20Polinizadores%20de%20Jalisco.doc>

[95] Anónimo. (2006). Ilustración del artículo: Self Contained Breathing Apparatus TYPE1. 2017. EyeVEx. [En línea]. Disponible en: http://www.eyevexsafety.com/media/djcatalog2/images/item/3/self-contained-breathing-apparatus-type2_f.jpg

[96] Anónimo. (2016). Ilustración de producto en la categoría: Personal protection. 2017. Medsurge. [En línea]. Disponible en: <http://www.medsurgehealth.co.ke/wp-content/uploads/2016/06/41-2.jpg>

[97] Anónimo. (2014). Hood. 2017. [En línea]. Disponible en: https://cdn.shopify.com/s/files/1/1538/2347/products/h41_hood_1024x1024.png?v=1499695552

[98] Anónimo. (2008). Ilustración de producto: Casco UST. 2017. FEM S.A. [En línea]. Disponible en: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS8FX_-LsWdQVoIPcMqKYe3-GfsxM3WZ-7IK71L4_WQvXqsrx2B6w

[99] Anónimo. (2010). Ilustración de producto: Firefighter suspenders. 2017. [En línea]. Disponible en: <https://sep.yimg.com/ay/yhst-29033224932912/firefighter-suspenders-37.jpg>

[100] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: FiRE-MAX 4 fireman's gloves. 2017. P.P.H. Kewa-eco. [En línea]. Disponible en: <http://www.kewaeco.pl/upload/images/022gotowe1.jpg>

[101] Anónimo. (2012). Ilustración de producto: Fire boots. 2017. ST Fire ResQ. [En línea]. Disponible en: <http://fb1-co.lnwwfile.com/vf9bn2.png>

[102] Mendizabal, F. (2005). Abejas. 2017. Lanus Oeste, Buenos Aires: Albatros. [En línea]. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=7jSL8ETF97wC&pg=PA22&lpg=PA22&dq=abejas+dimensiones&source=bl&ots=lkbxNicS2V&sig=nsiLV3f8gDnvdLcMXr0EwRYD84k&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiX_LDMYqzcAhVBR6wKHRepAiEQ6AElogEwGg#v=onepage&q=abejas%20dimensiones&f=false

[103] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: 3mm 4mm 5mm Folding Collapsible Corrugated Plastic Container for Show box. 2017. OEM, ODM. [En línea]. Disponible en: <http://www.pphollow-sheet.com/sale-3270180-3mm-4mm-5mm-folding-collapsible-corrugated-plastic-container-for-show-box.html>

[104] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: 3mm 4mm 5mm Folding Collapsible Corrugated Plastic Container for Show box. 2017. OEM, ODM. [En línea]. Disponible en: http://www.pphollow-sheet.com/photo/pl4138540-3mm_4mm_5mm_folding_collapsible_corrugated_plastic_container_for_show_box.jpg

[105] Diseños de cartón. (2016). Ilustración de producto: Lonchera. 2017. Diseño de cartón. [En línea]. Disponible en: <https://www.disenosdecarton.com.mx/images/stories/virtuemart/product/6201-2.jpg>

[106] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: Medium corrugated cardboard boxes for packaging. 2017. [En línea]. Disponible en: <https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1.VyyXPJTMKJjSZFPq6zHUFXaa/Medium-corrugated-font-b-cardboard-b-font-font-b-boxes-b-font-for-packaging-font-b.jpg>

[107] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: Recyclable and reusable corrugated plastic box. 2017. Correx Box. [En línea]. Disponible en: http://www.pphollow-sheet.com/photo/pl4139158-recyclable_reusable_moving_storage_corrugated_plastic_boxes_correx_box_white_blue.jpg

[108] NGK. (2016). Ilustración de producto: Collapsible waterproof coroplast box. 2017. NGK. [En línea]. Disponible en: http://www.pphollow-sheet.com/photo/pl4171555-colorful_collapsible_waterproof_pp_turnover_box_coroplast_box_for_supermarket.jpg

[109] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: KAMSID INDIA Standard pp Corrugated Box Plastic Handle. 2017. Kamsid India. [En línea]. Disponible en: <https://www.indiamart.com/proddetail/pp-corrugated-box-plastic-handle-12661786433.html>

[110] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: Medium corrugated cardboard boxes for packaging. 2017. [En línea]. Disponible en: <https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1.VyyXPJTMKJjSZFPq6zHUFXaa/Medium-corrugated-font-b-cardboard-b-font-font-b-boxes-b-font-for-packaging-font-b.jpg>

[111] Banca responsable. (2018). ¿Qué es una empresa social? 2018. BBVA. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/que-es-una-empresa-social/>

[112] Ejemplar. (2017). ¿Qué es una empresa social? Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad. [En línea]. Disponible en: <http://www.responsabilidadsocial.mx/que-es-una-empresa-social/>

[113] Osterwalder, A. Pigneur, Y. (2009). Business Model Generation. 2017. Alexander Osterwalder & Yves Pigneur, pp. 18-19.

[114] SAGARPA. (2017). Componente de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico Agrícola 2017. Gobierno de México. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-y-programas/investigacion-innovacion-y-desarrollo-tecnologico-agricola>

[115] Monreal Ávila, D. (2015). Gaceta: LXIII/1 ppo-69/59879. 2017. Gaceta del Senado de la República. [En línea]. Disponible en: <http://www.senado.gob.mx/index.php?ver=sp&mn=2&sm=2&id=59879>

[116] SAGARPA. (2017). Componente PROGAN productivo. 2017. Gobierno de México. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-y-programas/componente-progan-productivo-91676>

[117] SAGARPA. (2015). Padrón de beneficiarios PROGAN 2014 del Distrito Federal. 2017. Gobierno de México. [En línea]. Disponible en: <http://www.sagarpa.mx/ganaderia/Documents/Beneficiarios%20PROGAN%202014/BENEFICIARIOS%20PROGAN%202014-%20DISTRITO%20FEDERAL.pdf>

[118] SAGARPA. (2015). Padrón de beneficiarios PROGAN 2014 de México. 2017. Gobierno de México. [En línea]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Paginas/beneficiarios-PROGAN-2014.aspx>

[119] Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2017). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta: Base de datos de la actividad agrícola, pecuaria y pesquera en México. 2017. Gobierno de México. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>

[120] The National Bee Unit. (2017). Managing Varroa. 2017. Animal & Plant Health Agency. [En línea]. Disponible en: <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewj5grKWh9LdAhXJ3YMKHZzHBqkQFjAAegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.nationalbeeunit.com%2FdownloadDocument.cfm%3Fid%3D16&usg=AOvVaw1tmZcyZMEeo0tg63J-7lLc>

[121] NOD Apiary Products. (2015). Life cycle of varroa mites and their effect on honey bee colonies. 2017. NOD Apiary Products. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=wj-h5VJqaol>

[122] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2011). Prevención de varroosis y suplementación. 2017. SAGARPA, Gobierno Federal. [En línea]. Disponible en: http://utep.inifap.gob.mx/pdf_s/guia_VARROOSIS.pdf

[123] Brochure. (2016). The hairs on the top and bottom of the mite's body enable it to cling to the honey bee. 2017. Bayer Bee Care Center, Bayer AG. [En línea]. Disponible en: https://beecare.bayer.com/bilder/upload/Varroa/superClient/varroamiteonbee_bayerbeecarecenter_img0634im6h6drw_download_low_resolution.jpg

[124] Crown. (2010). Imágenes obtenidas de BeeBase sobre varroa. Courtesy The Animal and Plant Health Agency (APHA), Crown Copyright. 2017. Crown. [En línea]. Disponible en: <http://www.nationalbeeunit.com/gallery/index.cfm?start=13&galleryid=1&LANG=english>

[125] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. (2004). Imagen veterinaria, Varroa Destructor A. 2017. Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. 4, No. 2. [En línea]. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/imavet/v4n2a04/v4n2a04.pdf>

[126] Verde J.M., Chan V.S. (2005). Estrategia de lucha integrada para el control de varroa. 2017. Revista electrónica de Veterinario REDVET, pp.1-13. [En línea]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090905.htm>

[127] Anónimo. (2017). Ilustración de producto: Ahumador de chapa galvanizada. 2018. La tienda del apicultor. [En línea]. Disponible en: https://cdn.shopify.com/s/files/1/1190/2562/products/BEE-KIT2_01b.jpg?v=1517848235

[128] Anónimo. (2016). Ilustración de producto: BeeSuit w/Fencing Veil. 2018. Busy Bee. [En línea]. Disponible en: <https://cdn3.volusion.com/uochv.hahey/v/vspfiles/photos/VBSFV-2.jpg?1511771023>

[129] Anónimo. (2018). Ilustración de producto: Square veil with drw string. 2018. Bee Sweet Bees. [En línea]. Disponible en: https://www.scottsvillesupplyco.com/wp-content/uploads/2016/06/GBVJ_1.jpg

[130] Anónimo. (2017). Ilustración de producto: Ventilated beekeeping gloves with sting proof cuffs. 2018. Natural Apiary. [En línea]. Disponible en: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/1795/6889/products/NaturalApiaryGlovesCowhide7.jpg?v=1487946847>

[131] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: Uncapping scratcher fork. 2018. Miller Little Giant. [En línea]. Disponible en: <https://sep.yimg.com/ay/yhst-47162501710842/beekeeping-uncapping-scratcher-fork-4.gif>

[132] Anónimo. (2016). Ilustración de producto: Gripper tool stainless steel beekeeping equipment. 2018. HLPB. [En línea]. Disponible en: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71ZSEZg2XTL.jpg>

[133] Anónimo. (2016). Ilustración de producto: Kit completo caja colmena de abejas completa 20 marcos techo metal. 2018. Beranda. [En línea]. Disponible en: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/5108U39mAIL.jpg>

[134] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: Palanca apicultura acero. 2018. Scraper. [En línea]. Disponible en: https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1HcAFRpXXXXbEaXXXq6xXFXXP/Stainless-Steel-Honey-Type-Hive-Scraper-tool-Bee-keeper-Flat-knife-equipment-Beekeeper-extractor-Scraper-Beekeeping.jpg_640x640.jpg

[135] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: Honey extractor. 2018. Beekeep Club. [En línea]. Disponible en: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61E6K04DV1L._SL1500_.jpg

[136] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: Queen cage clip holder. 2018. Farm Agriculture. [En línea]. Disponible en: <https://ssli.ebayimg.com/images/g/pzkAAOSwt5tWGNMa/s-l1600.jpg>

[137] Anónimo. (2016). Ilustración de producto: Super Box Beehive. 2018. Nine Feel. [En línea]. Disponible en: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71R8rX34waL._SL1500_.jpg

[138] Anónimo. (2015). Ilustración de producto: Marco para apicultura. 2018. Nine Feel. [En línea]. Disponible en: <https://www.apicoladelecuador.com/wp-content/uploads/2018/04/marco.jpg>

[139] Besora Magem, J. (2016). Tecnologías apropiadas para la apicultura. 2016. Ingeniería sin fronteras, Serie: Tecnologías para el desarrollo humano, p. 14. [En línea]. Disponible en: <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/04/Manual-Tecnolog%C3%ADa-para-la-Apicultura.pdf>

[140] SAGARPA. (2017). Componente de Capitalización Productiva Pecuaria del Programa de Fomento Ganadero. 2017. Gobierno de México. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/capitalizacion-productiva-pecuaria-vigorizante-de-la-ganaderia?state=published>

[141] SAGARPA. (2017). Componente de Estrategias Integrales para la Cadena Productiva. 2017. Gobierno de México. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/administracion-y-planeacion-encaminadas-al-exito-del-sector-pecuario?state=draft>

[142] SAGARPA. (2017). PROGAN Productivo. 2017. Gobierno de México. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/la-produccion-pecuaria-esta-bien-protegida-quieres-saber-como?state=published>

[143] SAGARPA. (2017). Componente de Sustentabilidad Pecuaria. 2017. Gobierno de México. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/busca-apoyo-para-rehabilitar-tus-tierras-de-pastoreo?state=published>