

Alvarez Ghirardi, Matías

Previotto, Valentín

Agregando valor y sostenibilidad a la producción apícola

Licenciatura en Diseño Industrial

Fecha: 28/11/2024

Obra bajo Licencia:



[Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Cita recomendada: Alvarez, Ghiradi, M.; Previotto, V. (2024). *Agregando valor y sostenibilidad a la producción apícola* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Rafaela



Agregando valor y sostenibilidad a la producción apícola

Sistema de colmena para reducción de tiempos operativos

Licenciatura en
Diseño Industrial



UNRaf
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
RAFAELA

2024

Alvarez Ghirardi, Matías - Previotto, Valentín Tomás

Proyecto final + Taller de tesis + Plan de negocios

DI. Bosi, Gianpiero
DI. Morandini, Luz

DI. Ceciaga, Mercedes

Cr. Alasia, M. Virginia

Índice

Abstract	02
Descripción del problema	03
Objetivos y propósitos	04-05
Marco teórico	06
1. La apicultura en el siglo 21	07
Introducción	08
1.1 Evolución de la apicultura en el tiempo	09
1.1.1 Primeros registros	09
1.1.2 Apicultura melífera y trashumante	10-11
1.1.3 Apicultura tradicional y racional	11
1.1.4 Actualidad ¿Hacia dónde vamos?	12
1.2 Apicultura mundial	13
1.2.1 Principales países en el rubro	13
1.2.2 Tendencias globales	14-15
1.3 Apicultura Argentina	15
1.3.1 ¿Cómo es la apicultura en el País?	15-16
1.3.2 Actores y productores (Ecosistema de actores)	16-17
1.3.3 Eslabonamiento productivo	18
1.3.4 Concentración productiva	19
1.3.5 Tracción de la demanda	20
1.3.6 Distribución geográfica	21-22
1.3.7 Región central	23
1.4 Prácticas apícolas	24
1.4.1 Buenas practicas	24-26
1.4.2 Situación laboral y problemas de escalabilidad	26
1.4.3 Desafíos	26-27
2. Abejas y Ecosistema: Una Relación Fundamental	28
2.1 El ecosistema en movimiento	29
2.1.1 Rol de las abejas	29
2.1.2 Tipos de abejas	30
2.1.3 Estructura organizativa	30

2.1.4 Comportamientos	30-31
2.1.5 Impacto como agentes polinizadores	31-32
2.2 Agricultura industrial	33
2.2.1 Monocultivos y pesticidas	33
2.2.2 Desplazamiento de la actividad	34
2.3 Desafíos	34
2.3.1 Problemáticas operativas	35
2.3.2 Enfermedades, plagas y competencia	35-36
2.3.3 Cambio climático	36-37
3. Pilar silencioso del desarrollo económico	38
3.1 Apicultura como motor de crecimiento económico	39
3.1.1 Mercados	39
3.1.2 Fluctuaciones	40
3.1.3 Estrategias para posicionamiento de miel	40-41
3.1.4 Desafío local	41-42
3.1.5 Tendencias globales de producción y consumo	42-43
3.2 Impactos en las cadenas de valor	44
3.2.1 Productos y sus derivados	44
3.2.2 Rendimientos marginales crecientes	44-45
3.3 Polinización y agricultura	45-46
3.3.1 Rendimientos en cultivos específicos	46
3.4 Industria, empleo y desarrollo	47
3.4.1 Perfil del empresario apicultor	47-48
3.4.2 Condiciones laborales y seguridad	48-49
4. Apicultura inteligente: Innovación y tecnología en la gestión de colmenas	50
4.1 Apicultura de precisión	51
4.1.1 ¿Qué nos permite?	51-52
4.2 Tecnologías de la información y comunicación	52
4.2.1 Tecnología de comunicación	52-53
4.2.2 Protección de sensores y métodos de suministro de energía	53
4.2.3 Sensores de aplicación en la industria	53-55
4.2.4 Desafíos dentro de la apicultura de precisión	55-56
4.2.5 Generación de red	56-57

Marco empírico analítico	58
Análisis de casos	59-71
Análisis comparativo	72-79
Conclusiones	80
Desarrollo etnográfico	81
Proceso de asimilación	82
Principales preocupaciones de los apicultores	83
Mapa de empatía	84
Descripción de operaciones regulares	85
Storyboard	86-88
Proto-persona	89-90
Storytelling	91
Mapa de experiencia	92-93
Análisis postural y manipulación fina	94-96
Experiencia 01	97-107
Experiencia 02	108-109
Experiencia 03	110
Imágenes macro	111
Dashboard	112-115
Proceso proyectual	116
Introducción	117
La colmena como producto habilitante	118
MVP (Minimum product viable)	119
Lineamientos	120
Programa de diseño	121-124
Abordaje del diseño	125-130
Propuesta 01	131-133
Análisis de posibilidad material	134
Propuesta 02	135-138
Medición y control de variables	139-142
Vamat <i>Hive System</i> ®	143-144
Propuesta 03	145-147

Propuesta 04	148-151
Conclusion	152
Memoria descriptiva	153-156
Comunicación del producto	157
El producto en el entorno	158
Colores establecidos	159
Diseño pensado en la logística	160
Intervención a la colmena	161
Usabilidad	162
Explotada del producto	163
Métodos de seguridad	164
Interfaz de usuario	165
Hermeticidad	166
Eficiencia energética	167-168
Piquera / ingreso de las abejas	169
Procesos productivos	170-171
Especificaciones técnicas	172
Aplicación móvil Vamat <i>Hive System</i> [®]	173-177
Branding e identidad de marca	178-181
Anéxo: Eficiencia energética	182-183
Plan de negocios	184
Resumen ejecutivo	185
Problemática	186
Territorio del proyecto	187-188
Ecosistema de actores	189
Cadena de valor	190-191
Misión, visión y valores	192
Model Business Canvas	193-197
Patrones y diseño	198
Pretenciones del proyecto	199
Representación visual de las interacciones del cliente	200
Pensamiento visual del producto en el modelo de negocio	201
Producto habilitante	201
Demanda; viabilidad económica para el usuario	202
Teorización de las problemáticas actuales	203-204

Reversión de los problemas escalables	205-206
Ventajas frente a colmenas tradicionales	207
Dashboard referencial de capacidad instalada	208
Ingresos del apicultor	209
Marketing mix	210
4P del marketing	210
Estrategias del modelo de negocio	211-212
Posicionamiento en relación al precio	212-213
Estructura del mercado	213
Expectativas del mercado	213
Escalabilidad de producción	214
Conformación del precio	215
Costos materiales por unidad producida	216
Comparación productiva de planta	217
Viabilidad financiera del producto por flota de colmenas	218
Proyección de costos y valores	219
Descripción del contexto	219
Presupuesto Nacional 2025	219
Decisiones sobre la proyección de costos y valores	220
Inversión inicial	221
Plan de financiamiento	222
Estados de resultados y cashflow	223
Resumen del estado de resultados y cashflow	224
Propuesta para mejorar la oferta	224
Tablero de comando	225-226
Agradecimientos	227-228
Bibliografía	229-231



Abstract

La preservación de la biodiversidad global y la polinización, con las abejas como agentes principales, son fundamentales para la salud de los ecosistemas y la producción agrícola. En el ámbito mundial, las abejas y los apicultores tienen un papel crucial en la reproducción de aproximadamente el 70% de las especies de cultivos y en el 35% del suministro de alimentos (Bee Informed Partnership, 2023). Sin embargo, la pérdida de población de abejas ha ido en aumento, alcanzando un 39% en 2021 y un 48% en 2022, lo que afecta negativamente la productividad de miel y la rentabilidad de la apicultura. Aunque los apicultores se esfuerzan en cuidar las colmenas, enfrentan múltiples riesgos que requieren diversos métodos, intervenciones químicas y enfoques medicinales, que muchas veces no resultan efectivos. La tecnología aplicada, como el monitoreo y lo que se denomina apicultura de precisión (Zacepins, 2016), es útil pero no reemplaza completamente la labor del apicultor y presenta problemas ergonómicos que afectan su salud. Para enfrentar estos desafíos, este trabajo final de grado propone un nuevo enfoque en el diseño de colmenas, integrando los conceptos de usabilidad y trazabilidad. El objetivo es optimizar la gestión de recursos y promover prácticas apícolas que se centren tanto en el bienestar de las personas como en el de las abejas, todo bajo una perspectiva sostenible. Esta propuesta busca abordar las deficiencias actuales y ofrecer una perspectiva integral para la sostenibilidad del sector apícola.

Palabras clave: abejas, apicultor, sostenibilidad, usabilidad, trazabilidad.

Descripción del problema

Para abordar los desafíos operativos de la apicultura tradicional en el siglo XXI, es esencial considerar dos vectores de tensión clave: el bienestar de los apicultores y la salud de las abejas, ambos determinantes para la sostenibilidad y rentabilidad de la actividad. Si bien el desgaste físico de los apicultores es un problema crítico, también lo es el bienestar de las abejas, cuya salud y productividad son fundamentales no solo para los apicultores, sino para el equilibrio ambiental global.

Por un lado, los apicultores enfrentan una carga física considerable debido a las exigencias de la gestión diaria de las colmenas. Las tareas manuales como la inspección, el mantenimiento, la recolección de miel y el transporte de colmenas requieren una considerable fuerza y resistencia, generando un desgaste significativo. Este esfuerzo físico limita la capacidad de los apicultores para expandir sus operaciones y afecta su eficiencia, ya que la fatiga acumulada impide una gestión óptima de las colmenas. Sin tecnologías que reduzcan esta carga, los apicultores se ven forzados a seguir dependiendo del trabajo manual, lo que aumenta el riesgo de errores y reduce la productividad.

Sin embargo, más allá del impacto sobre los apicultores, el bienestar de las abejas también está en juego. La falta de tecnologías avanzadas que permitan un monitoreo preciso y en tiempo real de las colmenas no solo afecta la eficiencia de las operaciones, sino que también dificulta la toma de decisiones informadas para mantener la salud de las abejas. La detección tardía de enfermedades, plagas o condiciones ambientales adversas puede comprometer no solo la producción de miel, sino la supervivencia misma de las colonias, afectando directamente la rentabilidad del apicultor y contribuyendo a la crisis global de polinizadores.

La situación en Argentina se agrava debido a la falta de modernización en el sector. A pesar de ser uno de los mayores productores de miel a nivel mundial, la apicultura argentina sigue dependiendo en gran medida de métodos tradicionales que no responden a las exigencias de sostenibilidad y trazabilidad del mercado actual. Esta falta de innovación no solo reduce la competitividad de los productos apícolas en los mercados globales, sino que también pone en riesgo la salud de las abejas, agravando los desafíos ambientales.

Este proyecto propone una solución integral que aborda ambos problemas. Se plantea el diseño de colmenas inteligentes que no solo reduzcan el esfuerzo físico requerido por los apicultores, sino que también integren tecnologías de monitoreo en tiempo real para garantizar el bienestar de las abejas. Al automatizar procesos clave y optimizar la logística del transporte de colmenas, se busca facilitar la gestión diaria de las colmenas, minimizando la intervención manual y mejorando la salud y productividad de las colonias. En última instancia, la propuesta tiene como objetivo hacer que la apicultura sea más rentable y sostenible, no solo aliviando la carga física sobre los apicultores, sino también asegurando el bienestar de las abejas y el éxito a largo plazo de la actividad.

Objetivos

El planteamiento de objetivos está centrado en el usuario directo de la actividad, el apicultor frente a las problemáticas de la actividad tradicional en el XXI.

Objetivos de la investigación:

- Comprender y dimensionar factores biológicos, ecológicos, económicos y tecnológicos para revertir los límites de crecimiento de la actividad.
- Entender las principales problemáticas asociadas a la operatividad.
- Analizar y sustentar la importancia de los agentes polinizadores en el ecosistema para promover su conservación y gestión sostenible.
- Explorar la relación de la apicultura en el ambiente y la economía del país.
- Retratar lo que permite la implementación de sistemas de trazabilidad evidenciado con actividades de dinámica similar.
- Recabar mejoras operativas centradas en el usuario a través del diseño.
- Investigar precedentes de productos que aborden problemas de manera similar.

Objetivos del proyecto:

- Sostener la apicultura ante factores negativos que atraviesan la actividad.
- Fomentar mejoras en el sector apícola argentino mediante productos orientados a fortalecer la actividad en el país.
- Permitir escalar la actividad y retomar un ciclo virtuoso entre actividad extractiva y ecosistema por aumento de la actividad de las abejas.
- Aumentar el consumo interno de miel a través de productos sostenibles derivados de la colmena diseñada.

Objetivos del producto:

- Mejorar la salud y la productividad de las colonias de abejas.
- Reducir pérdidas y daños en las colmenas debido a enfermedades, plagas o condiciones ambientales desfavorables.
- Optimizar los recursos y la gestión del tiempo por parte de los apicultores.
- Facilitar seguimiento y la toma de decisiones basadas en datos.
- Optimizar diseño para la usabilidad y transporte.
- Suprimir fatigas físicas del usuario.
- Facilitar el traslado de colmenas tanto en logística como en apiario.

Objetivos del modelo de negocio:

- Comercializar de forma directa el producto derivado de la colmena, alquilando la misma para que respondan a nuevos requisitos melíferos que le dan sustento a nuestro producto comercial (miel).
- Prestar servicios de asesoría.
- Obtener ingresos por membresía del producto.
- Comerciar la información censada.
- Apalancar con la miel generada la generación de mayor unidades de colmena.

Propósitos

Ampliar la actividad habilitada por liberación de tiempos (escalabilidad).

Propiciar la construcción de patrones de información para arrojar parámetros normativos aumentando previsibilidad.

Obtener mejoras en costos para apicultores en producción de miel y/o polinización.

Fortalecer la comunidad apícola en su conjunto.

Ampliar el rol de diseñador en la cadena de valor, entendiendo las tendencias de consumo de productos naturales, eco friendly y de cuidado animal.

Facilitar la entrada a la actividad con soluciones escalables que crezcan junto con el apicultor.

Marco Teórico



La apicultura en el siglo 21

Introducción

La apicultura, práctica milenaria de cría y manejo de abejas, ha evolucionado significativamente a lo largo de los siglos, adaptándose continuamente a los cambios ambientales, tecnológicos y económicos. En el Siglo XXI, este sector no solo enfrenta desafíos tradicionales como enfermedades y fluctuaciones climáticas, sino que también se encuentra en una encrucijada crucial donde la sostenibilidad y la innovación tecnológica emergen como pilares fundamentales para su desarrollo futuro. El subproducto principal, la miel, se ha convertido en un símbolo de naturalidad y pureza en un mercado cada vez más enfocado en productos de origen. Esto ha llevado a cambios significativos en el enfoque del consumidor hacia productos alimenticios más auténticos y saludables, impulsando a los productores apícolas a mejorar la calidad y trazabilidad de sus mieles para satisfacer esta demanda creciente.

Este estudio se centra en explorar cómo agregar valor y promover la sostenibilidad en la producción apícola, con especial énfasis en la reducción de riesgos operativos y la optimización de la trazabilidad para la diferenciación de mieles naturales. Para contextualizar este objetivo, se examina inicialmente la evolución histórica de la apicultura, desde sus primeros registros hasta las prácticas actuales, destacando las tendencias globales y la situación específica en Argentina como ejemplo representativo. Se analiza además el crucial papel de las abejas como agentes polinizadores y su interacción con el ecosistema y los sistemas agrícolas, así como el impacto económico de la apicultura en las cadenas de valor y en el desarrollo local. Finalmente, se aborda el concepto emergente de apicultura de precisión, explorando cómo las tecnologías de la información y comunicación están transformando la gestión y la eficiencia en este sector.

Este trabajo busca no solo profundizar en el conocimiento teórico y práctico de la apicultura moderna, sino también proponer recomendaciones concretas para mejorar su sostenibilidad y competitividad en un contexto globalizado y dinámico.

1.1 Evolución de la apicultura en el tiempo

La apicultura, con el tiempo, ha progresado desde las antiguas técnicas de recolección hasta mejores soluciones de colmenas, con el objetivo de aumentar la productividad melífera. No obstante, esta actividad ha seguido involucrando limitaciones físicas en cuanto a la fisonomía humana. La apicultura representa necesariamente una actividad manual directa que ha evolucionado a partir de la innovación aplicada y la capacidad humana.

1.1.1 Primeros registros

"Comprender e integrar la historia en su propia época"

Thomas Khun

Desde los primeros métodos productivos y extractivos de miel hasta los métodos actuales, cada etapa ha estado influenciada por el conocimiento y las necesidades de su tiempo. Los primeros registros de la apicultura se remontan a miles de años, como evidencian los antiguos egipcios que practicaban la actividad alrededor del 2400 a.C., representando en sus pinturas a personas recolectando miel y manejo de colmenas hechas de troncos o cestos de paja. Posteriormente, griegos y romanos continuaron esta tradición, refinando las técnicas de manejo de colmenas. La apicultura, por lo tanto, tiene una larga historia que mezcla conocimientos ancestrales con prácticas que han evolucionado a lo largo del tiempo, un tema explorado en detalle en las obras "The Archaeology of Beekeeping" y "The World History of Beekeeping and Honey Hunting" de Eva Crane (1).

Hasta el siglo XIX, la apicultura era un negocio marginal, practicado como actividad secundaria por algunos agricultores. Gran parte de la miel se recogía de enjambres salvajes, no de cultivo. La apicultura moderna data de Lorenzo Langstroth (2), un apicultor de Massachusetts nacido en 1810. Fue él quien diseñó el sistema de marco removible para abejas que todos conocemos, reconociendo después de un estudio intensivo que un espacio de 3/8 de pulgada entre marcos aseguraba que las abejas no llenarían el hueco con panales nuevos. Antes de eso, se usaban colmenas (colmenas cónicas, típicamente hechas de paja), que no permitían ver a las abejas y tenían que ser destruidas para cosechar miel, lo que hacía de la apicultura un negocio prácticamente no rentable. Las colmenas modernas básicamente no han cambiado con respecto a las originales de Langstroth; su diseño realmente no se puede mejorar en términos productivos, al menos para la apicultura comercial (aunque los apicultores domésticos pueden seleccionar entre varios diseños modernos que, a un costo mayor, permiten una fácil extracción de miel). El objetivo de Langstroth era hacer posible la cría de abejas como "una rama de la economía rural", y lo logró más allá de sus expectativas.

Aunque el diseño de Langstroth revolucionó la apicultura y se ha mantenido prácticamente inalterado, el creciente interés por la sostenibilidad y la innovación tecnológica presenta una oportunidad única para nuevas soluciones. Estos diseños integran tecnologías modernas, mejorar la usabilidad y adaptarse a las necesidades actuales de los apicultores. Utilizando el conocimiento histórico y las herramientas avanzadas disponibles hoy en día, podemos crear colmenas que no solo optimicen la producción de miel, sino que también promuevan la salud de las abejas y la sostenibilidad apícola a largo plazo.

Aplicar un enfoque histórico y evolucionista no sólo nos ayudará al diseño de soluciones con tecnología aplicada, sino que también respondan a las lecciones aprendidas de las prácticas apícolas pasadas. Esto nos permite optimizar las operaciones apícolas actuales y futuras, abordando de manera efectiva los desafíos contemporáneos como mejoras laborales, cambio climático, los pesticidas y las enfermedades de las abejas. Al integrar la historia en nuestra comprensión y diseño de colmena, creamos una propuesta más holística y resiliente para la apicultura moderna.

1_ Eva Crane fue una científica británica experta en abejas y apicultura. En "The Archaeology of Beekeeping", analiza los orígenes y la evolución de la apicultura a través de evidencias arqueológicas. En "The World History of Beekeeping and Honey Hunting", ofrece una visión global de las prácticas de apicultura y recolección de miel en diferentes culturas, desde la prehistoria hasta hoy.

2_ Lorenzo Langstroth, considerado el "padre de la apicultura moderna", desarrolló en 1851 la colmena de cuadro móvil que introdujo el concepto de "espacio de abeja", permitiendo un manejo eficiente y sostenible de las colmenas, lo que revolucionó la apicultura tradicional

1.1.2 Apicultura melífera y trashumante

En la actualidad existen dos maneras de hacer apicultura, la primera es la apicultura fija o melífera. En este tipo de actividad apícola se mantienen las colmenas fijas en un lugar y su propósito principal es la extracción de los productos de la colmena, como la miel, el polen, la jalea real, el propóleo y la cera. Este método es ideal para apicultores que buscan una producción constante y controlada, ya que permite un manejo más sencillo de las colmenas y una monitorización más eficiente de la salud y productividad de las abejas. También contribuye a la polinización de plantas y cultivos en el área circundante, aunque de manera no dirigida. El segundo tipo de apicultura es la trashumante o migrante. Se le llama así porque las colmenas son transportadas alrededor de un cultivo dependiendo los requerimientos de polinización que este tenga. Este método permite a los apicultores maximizar la polinización de cultivos específicos, lo cual es crucial para la producción de muchos tipos de frutas, verduras y semillas. Sin esta función esencial, llevada a cabo por insectos que transportan con eficacia el polen de una flor a otra, aproximadamente un tercio de los cultivos que consumimos tendrían que ser polinizados por otros medios o producirían una cantidad de alimento significativamente menor (Kremen y su grupo, 2007) (3)

En la apicultura trashumante, la recolección de los productos de la colmena no es su prioridad, sino la polinización dirigida del cultivo. Este tipo de apicultura requiere una logística más compleja, incluyendo el uso de vehículos adecuados para el transporte de colmenas y la implementación de técnicas de manejo que minimicen el estrés y los riesgos para las abejas durante el traslado. Además, la apicultura trashumante puede aprovecharse de la tecnología moderna, como el uso de sistemas GPS para localizar y gestionar las colmenas en tránsito, y sensores para monitorear las condiciones internas de las colmenas. Esta práctica no solo mejora la productividad agrícola, sino que también diversifica la fuente de ingresos para los apicultores al ofrecer servicios de polinización a los agricultores.

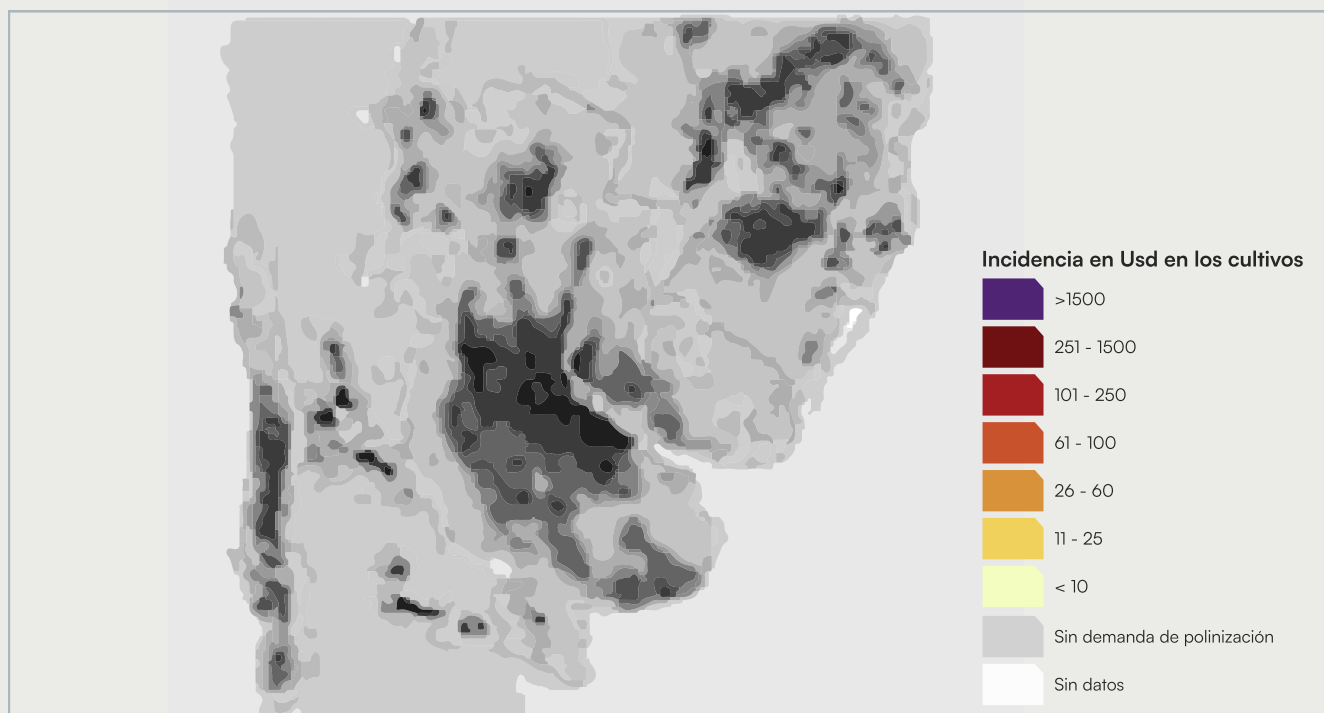
Centrándose en que los costos operativos son menores y los ingresos son constantes, los apicultores que realizan una actividad melífera están limitados por la capacidad del entorno local para sostener las colmenas durante todo el año. Por otro lado, la apicultura trashumante traslada las colmenas según los requerimientos de polinización de los cultivos, generando ingresos adicionales significativos por servicios de polinización. Aunque los costos de operación son más altos debido a la logística y manejo en diferentes entornos, la apicultura trashumante puede ser más rentable debido a los pagos recibidos por la polinización dirigida. Estudios han demostrado que los apicultores trashumantes pueden ganar entre un 30% y un 50% más que los apicultores fijos (Universidad de California, 2020), especialmente en regiones donde los servicios de polinización son altamente valorados. Por lo tanto, combinar las técnicas de apicultura de precisión y trashumancia permite a los apicultores maximizar la eficiencia y sostenibilidad de su producción, asegurando al mismo tiempo la salud y bienestar de las abejas, esenciales para la polinización y la biodiversidad global.

El cálculo más reciente del beneficio económico global de la polinización asciende a un total de 265 mil millones de euros en productividad debida a la polinización. Por supuesto, como en cualquier valoración de un servicio ecológico, si éste se ve comprometido, su valor tiende a infinito al resultar irremplazable. “La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) calcula que, de unas 100 especies de cultivo que proporcionan el 90 % del alimento en el mundo, 71 se polinizan gracias a las abejas. Solo en Europa, el 84% de 264 especies de cultivo depende de la polinización intermediada por animales, y 4.000 variedades vegetales existen gracias a la polinización llevada a cabo por las abejas.” UNEP, 2010 (4).

3_ La importancia de los polinizadores en la agricultura proviene del estudio de Claire Kremen y sus colegas publicado en 2007, titulado "Pollination Services Provided by Native Bees in a Setting with High Pollinator Diversity". En este estudio, los autores destacan cómo la polinización realizada por abejas y otros insectos es crucial para la producción de alimentos y cómo, sin estos polinizadores, los cultivos tendrían que ser polinizados por otros métodos o producirían menos alimentos.

4_ La UNEP es la sigla en inglés para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (United Nations Environment Programme). Es una agencia de las Naciones Unidas que coordina las actividades ambientales internacionales, promoviendo la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible a nivel global

A continuación mapa de la incidencia de la polinización en rindes en regiones del país focalizando el centro de Argentina como potencial beneficio de la polinización:



Mapa centro/norte de Argentina y países fronterizos

Reelaboración propia con fuente en: Lautenbach, S., R. Seppelt, et al. (2012). "Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit" (Tendencias espaciotemporales de los beneficios globales de la polinización) PLoS ONE 7 (4): e35954. Creative Commons Attribution License. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0035954> Los valores se dan en USD/ha para el año 2000. Han sido corregidos para reflejar la inflación (al año 2009), así como la paridad del poder adquisitivo. La zona a la que se vinculan los rendimientos es el área total de la cuadrícula de la trama.

1.1.3 Apicultura tradicional y racional

Mezcla de sabiduría antigua y ciencia moderna. La apicultura tradicional y racional ponen el foco en la preservación de las especies y hábitats de abejas al tiempo que integran técnicas para optimizar el manejo de las colmenas y la producción de miel, está fuertemente conectada con la biotecnología y la selección genética, como lo mencionan estudios de *Frontiers in Sustainable Food Systems* (5). Estos estudios resaltan que la implementación de prácticas de selección genética ayuda a mejorar la resistencia de las abejas a enfermedades, permitiendo que los apicultores gestionen colmenas más saludables y productivas. La apicultura racional es una fase evolutiva de la tradicional entendiendo comportamientos y tiempos de las abejas a la vez que implementa mejoras de índole sanitario a niveles de innovación preventiva y genética para la producción. Mientras que se presenta como prometedor para un control integral del estado de la colmena en tiempo real mediante una medición total de las variables con sensores dedicados es lo que Zacepins denomina Apicultura de Precisión (PB). Sin embargo, se subraya la importancia de equilibrar la tecnología con el conocimiento práctico. Los apicultores continúan jugando un rol esencial, ya que no todas las intervenciones pueden ser automatizadas, y la experiencia en la observación directa sigue siendo vital para la resolución de problemas complejos, como la adaptación de las abejas a cambios ambientales.

5_Es una revista académica revisada por pares que publica investigaciones centradas en los sistemas alimentarios desde una perspectiva de sostenibilidad. Se enfoca en cómo los sistemas alimentarios impactan y son impactados por factores ambientales, económicos y sociales.

1.1.4 Actualidad ¿Hacia dónde vamos?

Aunque la apicultura ha avanzado significativamente gracias a la tecnología y la creciente conciencia sobre la importancia de las abejas, se enfrenta a una visión incompleta si estos avances no se complementan con mejoras en las soluciones operativas en campo. La modernización de la apicultura ha permitido prácticas más sostenibles y ecológicas, investigando el impacto de los pesticidas, el cambio climático y las enfermedades en las abejas, con un enfoque creciente en su protección. Los apicultores ahora utilizan herramientas modernas y tecnología avanzada para monitorear y gestionar las colmenas de manera más eficiente y precisa, empleando sensores remotos, dispositivos de seguimiento de abejas, análisis de datos y herramientas de gestión de inventario. Estas tecnologías permiten a los apicultores monitorear de cerca el estado de las colmenas, detectar problemas tempranos, optimizar las condiciones de cría y maximizar la producción de miel de manera más precisa, así como aplicar técnicas de análisis de datos y modelado para comprender mejor los patrones de comportamiento de las abejas y optimizar las operaciones apícolas. Sin embargo, estas innovaciones tecnológicas deben ir acompañadas de mejoras operativas prácticas en el campo para ser realmente efectivas. La integración de tecnologías avanzadas debe ser respaldada por una capacitación adecuada de los apicultores, mejoras en las prácticas de manejo de colmenas y una infraestructura robusta que facilite la implementación de estas tecnologías en diversos entornos apícolas. Sin este enfoque integral, la modernización de la apicultura corre el riesgo de ser insuficiente para enfrentar los desafíos actuales y futuros que amenazan la sostenibilidad de la apicultura y la salud de las abejas.

De donde venimos

Apicultura Tradicional:

- Prácticas básicas de cría de abejas que han existido durante siglos. Esto incluye la colocación de colmenas en áreas con buena disponibilidad de flores y recolección periódica de miel y otros productos de la colmena.
- Los apicultores pueden tener un conocimiento básico sobre el comportamiento de las abejas y las técnicas de manejo de colmenas, pero generalmente confían en métodos simples y experiencia empírica.

Donde estamos

Apicultura Racional:

- Enfoque científico en la cría de abejas. Los apicultores que practican la apicultura racional pueden implementar mejores prácticas de manejo, como la selección de razas de abejas más productivas, el control de enfermedades y parásitos, y la gestión de la colmena de manera más eficiente.

Donde queremos aproximarnos

Apicultura de Precisión:

- Evolución más reciente que incorpora tecnología avanzada para monitorear y gestionar las colmenas de manera más eficiente y precisa. Uso de sensores remotos, dispositivos de seguimiento de abejas, análisis de datos y herramientas de gestión de inventario.
- Los apicultores pueden monitorear de cerca el estado de las colmenas, detectar problemas tempranos, optimizar las condiciones de cría y maximizar la producción de miel de manera más precisa.
- Aplicación de técnicas de análisis de datos y modelado para comprender mejor los patrones de comportamiento de las abejas y optimizar las operaciones apícolas.



Ninguno de los 3 enfoques y evoluciones de la apicultura contemplan al usuario como principal activo de la tarea, siendo el más afectado y posibilitador de la actividad. Estos enfoques quedan solo en miradas evolutivas en cuanto a la aplicación tecnológica y biotecnológica, allí es donde se visualiza la posibilidad de mejora integral con la suma de propuestas en mejoras operativas.

1.2 Apicultura mundial

La apicultura es una actividad dinámica en el límite de lo impredecible por ende se sobreentiende que la adaptabilidad en la práctica es una cuestión esencial, la misma que muestra la variabilidad de prácticas, especies y productos diversos como resultantes. La habilidad de los apicultores de adaptarse a las condiciones locales y globales es vital para la sostenibilidad de este sector, fundamental para la diversidad biológica y la agricultura sostenible.

1.2.1 Principales países en el rubro

La apicultura ha crecido de manera significativa en todo el mundo, convirtiéndose en una actividad clave tanto económica como ecológicamente. A nivel global, la producción de miel ha aumentado gracias a la adopción de tecnologías modernas y prácticas sostenibles que mejoran la eficiencia y la calidad de los productos apícolas. Los avances en la cría de abejas, el manejo de colmenas y la investigación sobre enfermedades han permitido a los apicultores mejorar la salud de las abejas y la productividad de las colmenas.

El comercio internacional de miel y productos apícolas, como propóleos, jalea real y cera, ha crecido debido a la creciente demanda de productos naturales y orgánicos, según la información tomada de la *EMR, Informes de expertos, Mercado global de miel*. Los mercados de Estados Unidos, Europa y Asia son los principales consumidores, impulsando a los países productores a expandir sus exportaciones. La apicultura es una industria global en crecimiento, impulsada por la demanda de productos naturales y la necesidad de polinización para la agricultura. A pesar de los desafíos, las oportunidades para el desarrollo y la innovación continúan expandiéndose, haciendo de la apicultura una actividad vital para la economía y el medio ambiente.

En el mundo de la apicultura, hay varios países que se destacan por su producción y exportación de miel. China es el mayor productor de miel del mundo y también uno de los principales exportadores. Argentina, conocida por su miel de alta calidad, es un gran exportador, especialmente a Estados Unidos y la Unión Europea. Turquía produce mucha miel, incluyendo la famosa miel de pino, y tiene un alto consumo interno. Aunque Estados Unidos no produce tanta miel como otros países, importa grandes cantidades para satisfacer su demanda. India ha incrementado su producción en los últimos años y exporta principalmente a Medio Oriente y Estados Unidos. Ucrania es un gran productor en Europa y exporta la mayor parte de su miel a la Unión Europea. México, con su miel de flores de la península de Yucatán, exporta principalmente a Estados Unidos y Europa. Nueva Zelanda es famosa por su miel de manuka (7), que tiene propiedades medicinales especiales, y exporta a mercados de alta gama. Brasil, con su biodiversidad, produce y exporta grandes cantidades de miel a Estados Unidos y Europa. Estos países son claves en el mercado global de la apicultura, aportando gran parte de la miel y otros productos apícolas que se consumen en todo el mundo.

6_ *EMR Informes de Expertos*, es una de las principales Empresas de investigación de mercado e inteligencia de negocios, que ayuda a nuestros clientes a rastrear los escenarios del mercado en constante evolución a través de nuestros Informes personalizados y sindicados.

7-La miel de Manuka es una miel especial producida por abejas que polinizan el arbusto de Manuka (*Leptospermum scoparium*), una planta nativa de Nueva Zelanda y partes de Australia. Lo que la hace única es su alto contenido en compuestos antibacterianos, que le confiere potentes propiedades medicinales.

1.2.2 Tendencias globales

La apicultura está teniendo un momento de protagonismo. La disminución del número de abejas en todo el mundo ha recibido mucha atención en los últimos años, lo que ha despertado el interés de personas y organizaciones que quieren poner fin a esta tendencia perjudicial, como son, el INTI, PROAPI, Subsecretaría de Bioeconomía del Ministerio de Economía, universidades y centros de investigación.

A nivel global, la apicultura está marcada por varias tendencias importantes que están moldeando su futuro. La sostenibilidad y la producción orgánica son cada vez más relevantes, impulsadas por la creciente demanda de productos naturales y libres de químicos, lo que lleva a los apicultores a adoptar métodos que protejan tanto a las abejas como al medio ambiente. La tecnología y la innovación están transformando la industria, con la implementación de colmenas inteligentes equipadas con sensores, el uso de inteligencia artificial para la gestión de colmenas, y aplicaciones móviles que mejoran la eficiencia y reducen las pérdidas. La salud de las abejas es una prioridad, con un enfoque creciente en la investigación y el desarrollo de tratamientos y soluciones naturales para combatir enfermedades y plagas como la varroa y el síndrome de colapso de colonias.

Además, los apicultores están diversificando sus productos, yendo más allá de la miel para incluir propóleos, polen, cera de abejas y jalea real, los cuales tienen aplicaciones en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética, creando nuevas fuentes de ingresos. La apicultura también se valora cada vez más por su papel crucial en la polinización de cultivos, lo que es esencial para la producción de alimentos y la biodiversidad. En términos de comercio, el mercado internacional de miel y productos apícolas sigue creciendo, con países productores expandiendo sus mercados de exportación para satisfacer la creciente demanda global.

La educación y la concienciación sobre la importancia de las abejas y la apicultura están en aumento, con programas educativos y campañas de sensibilización que fomenten un mayor interés y apoyo a la industria. Por otro lado, el cambio climático presenta desafíos significativos, alterando los patrones de floración y las condiciones de vida de las abejas. Los apicultores están adaptando sus prácticas, seleccionando abejas más resistentes y ubicando estratégicamente las colmenas para enfrentar estos cambios. En conjunto, estas tendencias están impulsando una evolución en la apicultura hacia un futuro más sostenible, innovador y resiliente.

El caso de Estados Unidos es un claro ejemplo de una tendencia global en la apicultura, donde los apicultores han pasado de enfocarse principalmente en la producción de miel a centrarse en los servicios de polinización debido a su mayor rentabilidad. En 2020 según el USDA (8) Pollinator Week Factsheet, los apicultores estadounidenses generaron 460 millones de dólares mediante la polinización de cultivos, superando significativamente los 300 millones de dólares obtenidos por la producción de miel. Este cambio responde a la creciente demanda de polinización en cultivos agrícolas clave, como las almendras, frutas y vegetales, que dependen en gran medida de las abejas para aumentar sus rendimientos. Este fenómeno no es exclusivo de Estados Unidos, sino que se refleja en varias partes del mundo, donde los monocultivos y la agricultura intensiva han aumentado la dependencia de la polinización gestionada.

La tendencia hacia la polinización comercial se debe, en parte, a las fluctuaciones en los mercados internacionales de miel, donde los precios han caído en los últimos años debido a la competencia y la adulteración en la producción global. Al mismo tiempo, los costos operativos para los apicultores han aumentado, en gran medida por el uso intensivo de pesticidas, las enfermedades que afectan a las abejas y el impacto del cambio climático. Esto ha llevado a los apicultores a diversificar sus fuentes de ingresos, encontrando en los servicios de polinización una actividad más estable y lucrativa.

En Argentina, esta tendencia también se está comenzando a observar. Si bien la producción de miel sigue siendo una parte importante del sector apícola, especialmente por su calidad reconocida internacionalmente, los servicios de polinización están ganando terreno, especialmente en regiones donde se cultivan frutas, hortalizas y legumbres que dependen de polinizadores.

Sin embargo, en Argentina, la migración hacia un modelo centrado en la polinización no ha sido tan rápida ni pronunciada como en Estados Unidos, en parte porque la estructura agrícola argentina todavía está en proceso de adaptar sus prácticas a esta tendencia global. No obstante, a medida que los desafíos como la reducción de la biodiversidad y los cambios en los ecosistemas continúan afectando la salud de las abejas, es probable que más apicultores argentinos exploren la polinización comercial como una fuente adicional de ingresos.

La evolución de la apicultura hacia los servicios de polinización es una tendencia global impulsada por la necesidad de maximizar los rendimientos agrícolas, pero también por las dificultades que enfrentan los apicultores en la producción de miel. Argentina, aunque sigue enfocada principalmente en la miel, no es ajena a este cambio y podría ver un crecimiento en la polinización comercial en los próximos años a medida que el mercado local y la agricultura intensiva sigan desarrollándose.

1.3 Apicultura Argentina

En Argentina, la actividad apícola exhibe una notable dispersión geográfica, aunque la mayor concentración de esta actividad se encuentra en la Región Centro del país. Esta área no solo ofrece condiciones climáticas y ambientales propicias para el desarrollo de las colmenas, sino que también alberga una larga tradición apícola y una infraestructura adecuada para el manejo y la comercialización de la miel.

La apicultura en Argentina ha crecido mucho desde que empezó en el siglo XIX con colonos europeos. En el siglo XX, la actividad se hizo más profesional con la creación de asociaciones y cooperativas, como la Sociedad Argentina de Apicultores en 1973 y el Consejo Nacional de Apicultura en 1992. En las décadas de 1980 y 1990, se introdujeron nuevas tecnologías y prácticas que hicieron a Argentina uno de los mayores exportadores de miel del mundo. En el siglo XXI, la producción se diversifica con productos como propóleos y jalea real, y se adoptaron prácticas más sostenibles. Aunque enfrentan desafíos como el cambio climático y las enfermedades de las abejas, la demanda de productos naturales sigue creciendo. Así, la apicultura sigue siendo una parte importante de la economía y el desarrollo rural del país.

1.3.1 ¿Cómo es la apicultura en el País?

La apicultura en Argentina es la más importante y desarrollada del Hemisferio Sur, y una de las más grandes a nivel mundial. Con aproximadamente 4.000.000 de colmenas y 35.000 productores registrados, este sector contribuye con más del 20% de las exportaciones mundiales de miel (Ministerio de Agricultura 2018). Nuestro país ha jugado un rol fundamental en el desarrollo de una cadena productiva gracias a la excepcional calidad y reconocidas propiedades de los productos derivados de las abejas. Este reconocimiento se debe en gran medida a la diversidad de climas y vegetación que caracterizan cada región del país. Estos factores no solo influyen en las características únicas de la miel, el polen, el propóleo, la jalea real y la cera, sino que también enriquecen profundamente la historia y cultura apícola de Argentina. Con su vasta extensión y variabilidad climática, ofrece un escenario ideal para la apicultura, donde cada región aporta matices distintivos a los productos apícolas, desde la miel con sus aromas y sabores que reflejan el paisaje local, hasta el polen que recoge una diversidad de nutrientes según el entorno vegetal. El propóleo, reconocido por sus propiedades saludables, y la jalea real, valorada por su contenido nutricional, también capturan las esencias únicas de la flora argentina.

La cera, por su parte, utilizada en diversas aplicaciones desde la industria hasta la artesanía, muestra la versatilidad y calidad que sólo puede obtenerse de las condiciones naturales de Argentina. Esta riqueza ambiental no solo eleva la calidad de los productos apícolas argentinos, sino que también fortalece su reputación internacional y su conexión con mercados exigentes en todo el mundo. Argentina no solo impulsa la producción y calidad de los productos apícolas, sino que también enriquece el legado humano detrás de cada colmena. Es un testimonio vivo de cómo el entorno puede moldear y enriquecer la relación entre los apicultores y la naturaleza, elevando el valor y la importancia de la apicultura en el país y más allá.

1.3.2 Actores y productores

Las instituciones públicas y privadas en Argentina desempeñan un papel crucial en la cadena de valor de la apicultura, proporcionando capacitación, asistencia técnica y financiera, así como apoyo en investigación y desarrollo. Además, estas instituciones regulan y certifican la calidad de la miel, promueven su comercialización a nivel nacional e internacional, fomentan la innovación y la sostenibilidad, y facilitan la cooperación entre apicultores y otros actores del sector. Destacan la Federación Argentina de Apicultores (FAA), que representa a productores a nivel nacional y aboga por políticas sectoriales; el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), dedicado a la investigación y desarrollo tecnológico apícola; el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa), responsable de la regulación sanitaria del sector; y la Secretaría de Agricultura Familiar, Campesina e Indígena, que respalda a pequeños apicultores.

El entramado y lazos de actores ejecutan un nivel de integración cooperativos sólidos lo cual permite transmisión de información compartida y accesible para las buenas prácticas locales. Los campos observables de mejoras redundan solo en la calidad del bien final producido miel u otros subproductos derivado del proceso productivo elaborado por abejas y traccionado por el apicultor y esta mirada (válida de hecho) no define una mejora horizontal de la actividad. Si entendemos que la actividad es fruto del vínculo estrecho entre humano (operador) bien de capital (colmena) y el insumo vivo (abeja) y no se dispone de perspectivas y soluciones objetuales mimetizadas en términos de producto para el usuario, esto se traduce en un debilitamiento de la actividad al no entender las problemáticas de salud que sufren los usuarios, el perfil emprendedor y dificultad de escalabilidad.

El mapeo de actores y sectores que se mostrará a continuación permite identificar y analizar el ecosistema en el que se enmarca la investigación, ayudando a comprender las relaciones, sinergias y dependencias entre los diferentes participantes. Esta herramienta es fundamental para detectar necesidades y oportunidades clave, orientar las estrategias de intervención, y asegurar que las propuestas sean relevantes y efectivas. Además, proporciona una base sólida para justificar el enfoque metodológico y facilita la comunicación clara de los resultados al visualizar la complejidad del contexto estudiado. (*Cuadro de actores y sectores de elaboración propia*).

Organizaciones Ambientales

Buscar la biodiversidad y las prácticas agrícolas sostenibles. Considerar que los servicios mejorados de polinización son beneficiosos para la salud del ecosistema.

Investigadores:

Buscar datos sobre el comportamiento de las abejas, las condiciones de las colmenas y la eficacia de la polinización. Puede utilizar datos recopilados de colmenas inteligentes para estudios científicos.

Agricultores

Beneficiarse directamente de mejores servicios de polinización. Interesado en aumentar el rendimiento y la calidad de los cultivos. Valorar conocimientos basados en datos para la gestión de cultivos y la toma de decisiones.

Proveedores de tecnología

Desarrollar y suministrar los componentes hardware y software. Ofrecer soluciones para la recopilación, análisis y visualización de datos.

Agencias gubernamentales y organismos reguladores:

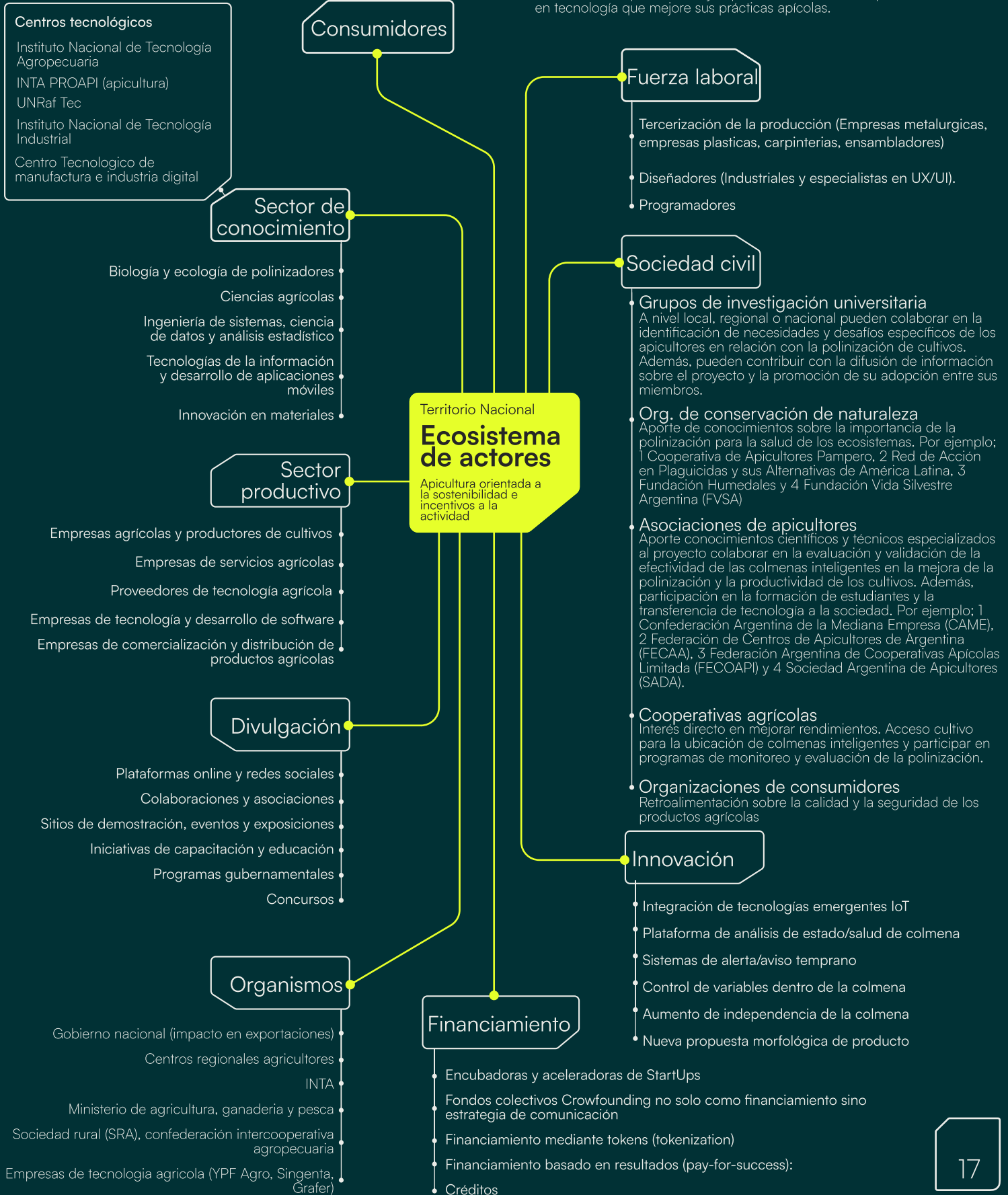
Establecer normas y reglamentos para las prácticas apícolas. Puede proporcionar incentivos o regulaciones para fomentar la adopción de tecnologías que promuevan prácticas de apicultura sostenible.

Instituciones educativas:

Proporcionar formación y educación a apicultores e investigadores. Realizar investigaciones sobre polinización y prácticas apícolas. Pueden servir como centros para el intercambio de conocimientos.

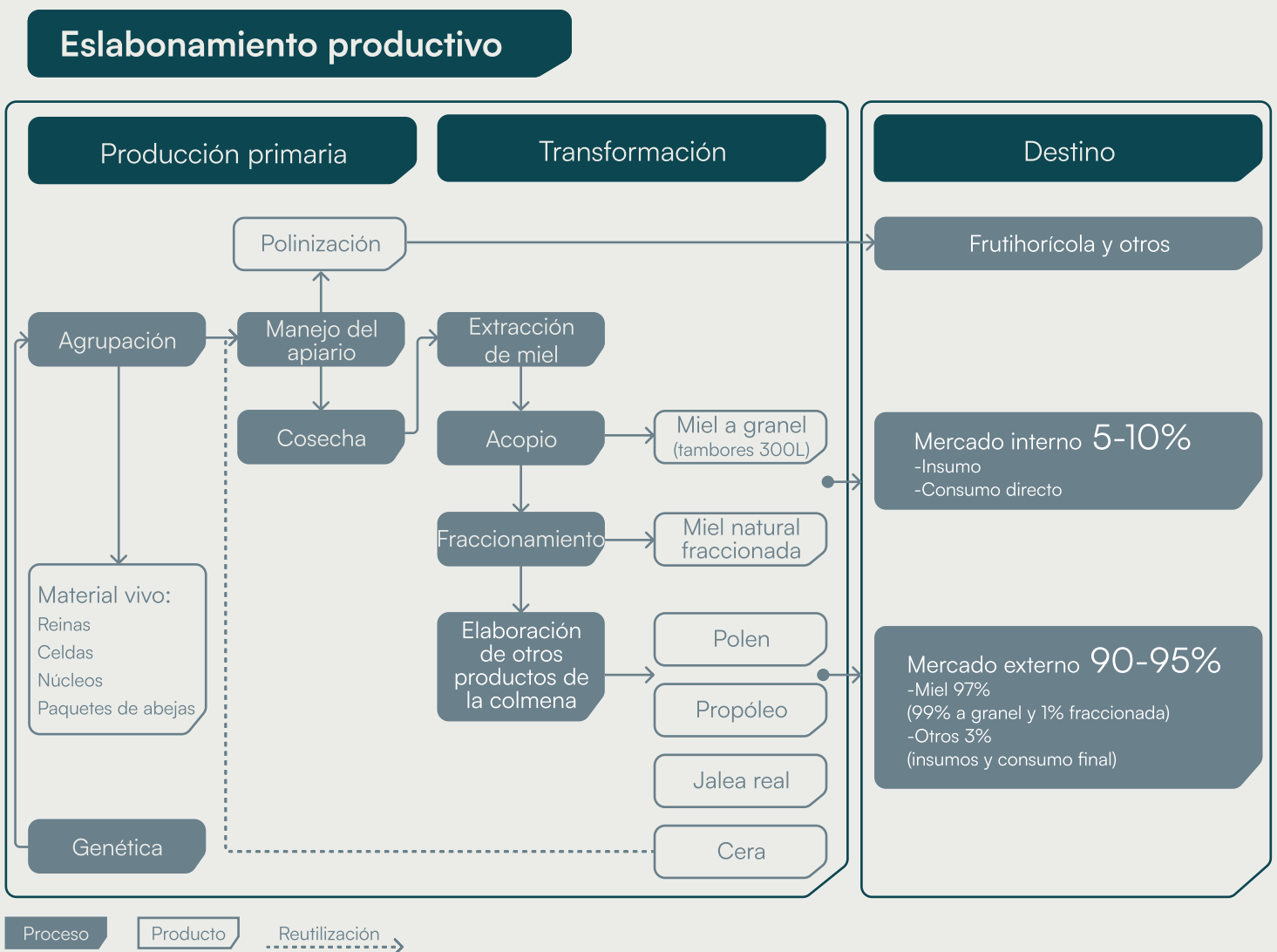
Apicultores

Usuarios primarios de colmenas inteligentes. Interesado en maximizar la eficiencia de la polinización y la producción de miel. Dispuestos a invertir en tecnología que mejore sus prácticas apícolas.



1.3.3 Eslabonamiento productivo

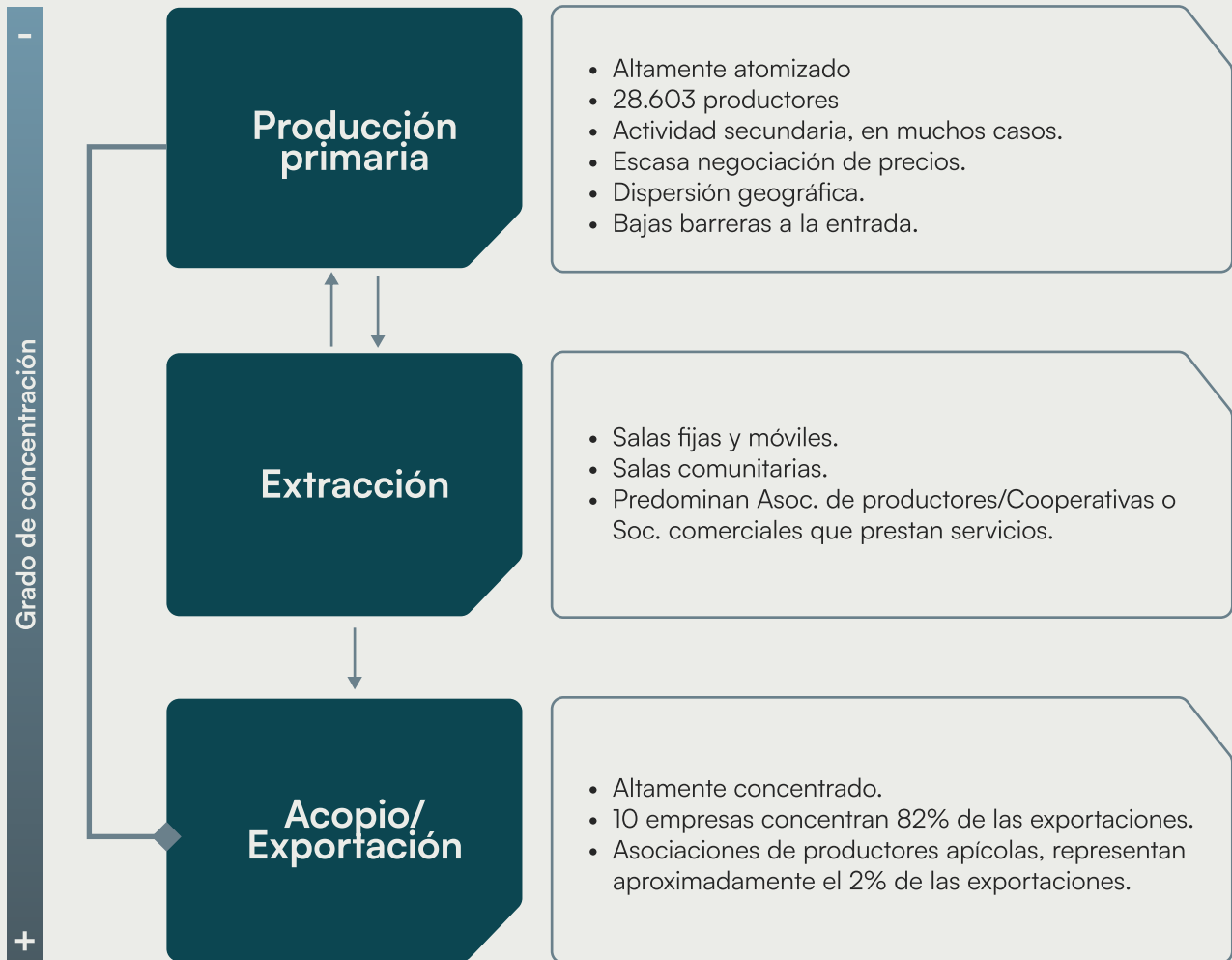
La cadena de valor de la apicultura en Argentina abarca desde el cultivo inicial, donde los apicultores supervisan las colmenas y las abejas para producir miel, hasta operaciones más amplias, como la venta y reventa en los mercados nacionales e internacionales. El procesamiento de la miel involucra las etapas de extracción, filtrado y envasado, las cuales se describen en diferentes presentaciones. Las instituciones y asociaciones brindan apoyo técnico, capacitación y asistencia financiera, mientras que la investigación y el desarrollo se concentran en mejorar las técnicas de manejo y la salud de las colmenas. Argentina es uno de los principales países exportadores que requiere control regulatorio y certificaciones de calidad e inocuidad para asegurar productos competitivos a nivel internacional. La sostenibilidad y la competitividad de esta industria se sustentan mediante esfuerzos cooperativos entre todas las partes involucradas. A continuación, en el cuadro se muestra de manera gráfica los flujos y actividades dentro de la apicultura.



Reelaboración de esquema de cadena apícola de la subsecretaría de programación Microeconómica del Ministerio de hacienda (2018).

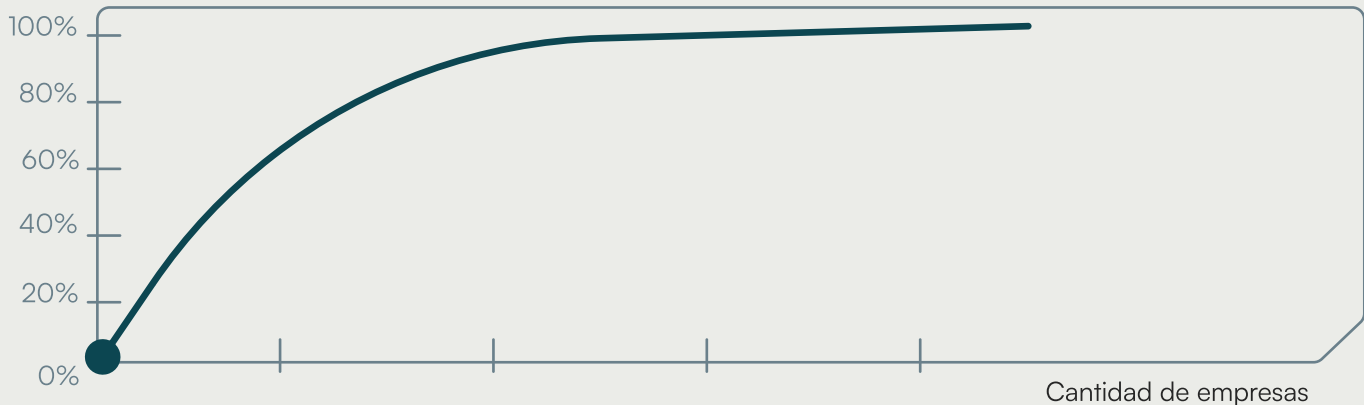
1.3.4 Concentración productiva

Como se observa en los siguientes cuadros, en Argentina, el sector productivo está marcado por una producción primaria altamente atomizada, con numerosos pequeños productores que enfrentan limitaciones para acceder a mercados internacionales, y un sector exportador concentrado en unas pocas grandes empresas que dominan el comercio exterior. Esta dicotomía presenta desafíos como la integración de los pequeños productores en cadenas de valor y la necesidad de los exportadores de asegurar un suministro estable y de calidad.



Concentración de las exportaciones

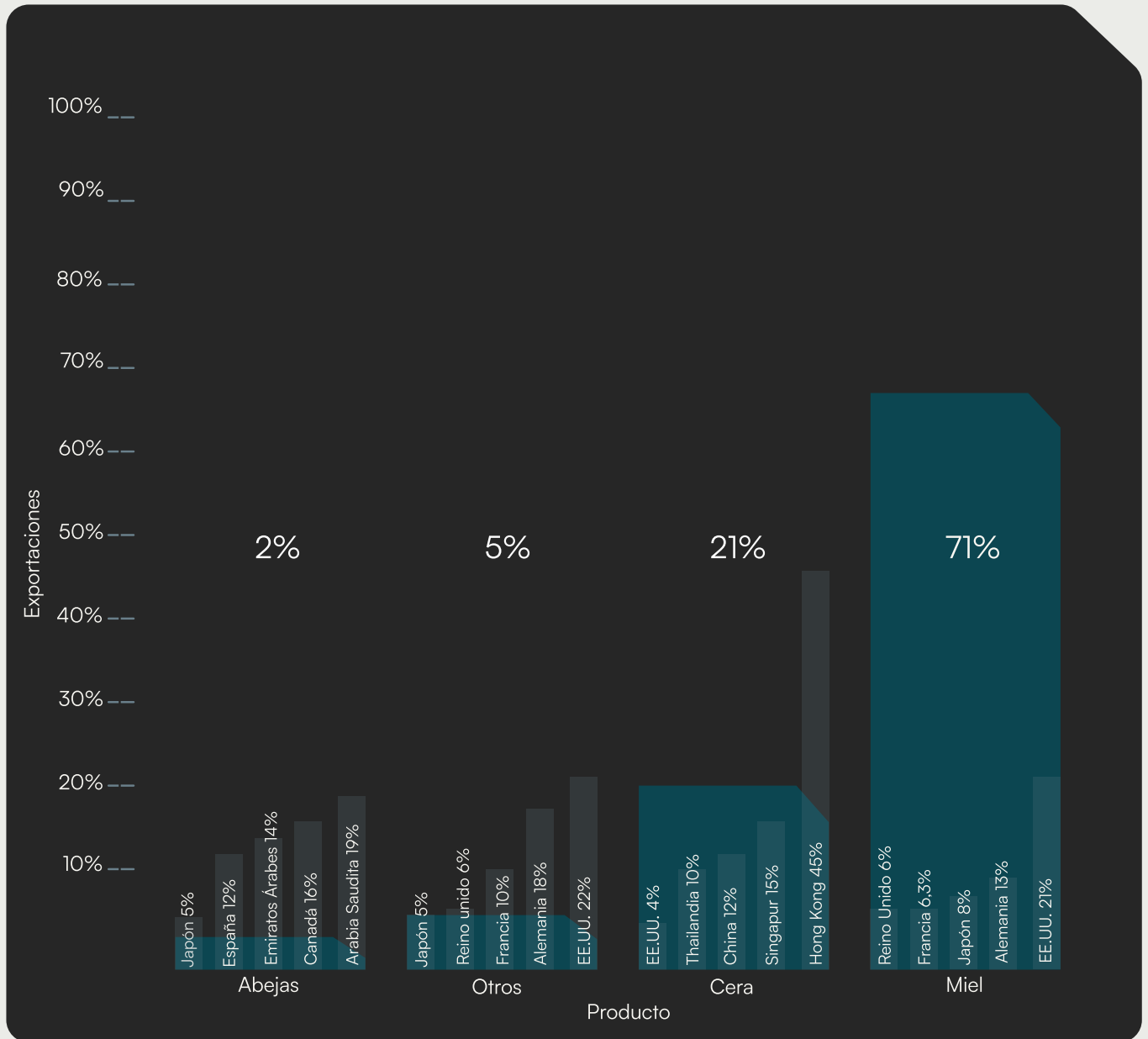
Valor FOB



Reelaboración de esquemas de SSPMicro con base en INTA, MinAgro, MinCyT y SENASA. (2018)

1.3.5 Tracción de la demanda

En el siguiente cuadro se muestra la composición de las exportaciones de productos apícolas de Argentina, donde la mayor parte de la producción local de miel está impulsada por la demanda internacional. Se destaca que el 95% de la miel producida en el país es exportada, con los principales mercados siendo Estados Unidos y la Unión Europea.



Reelaboración a partir de Subsecretaría de Programación Microeconómica de Ministerio de Hacienda (2018) con base en Comtrade.

La producción apícola argentina depende en gran medida de los mercados internacionales, especialmente de países como Estados Unidos y Alemania. Además, permite ver cómo la diversificación de productos (miel, cera, otros derivados y abejas) abre oportunidades para posicionarse en diferentes segmentos del mercado global. Esto es crucial para el desarrollo del sector, ya que el mercado interno por sí solo no absorbe la producción y la competitividad en exportaciones es clave para su sostenibilidad.

1.3.6 Distribución geográfica

De acuerdo al más reciente informe del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Argentina es el noveno país (entre más de 150), con mayor riqueza y biodiversidad natural. El actual escenario productivo se está modificando por la mayor agriculturización de la zona tradicional y la migración de la producción apícola a nuevas zonas productoras, lo cual genera la cosecha de otro tipo de mieles.

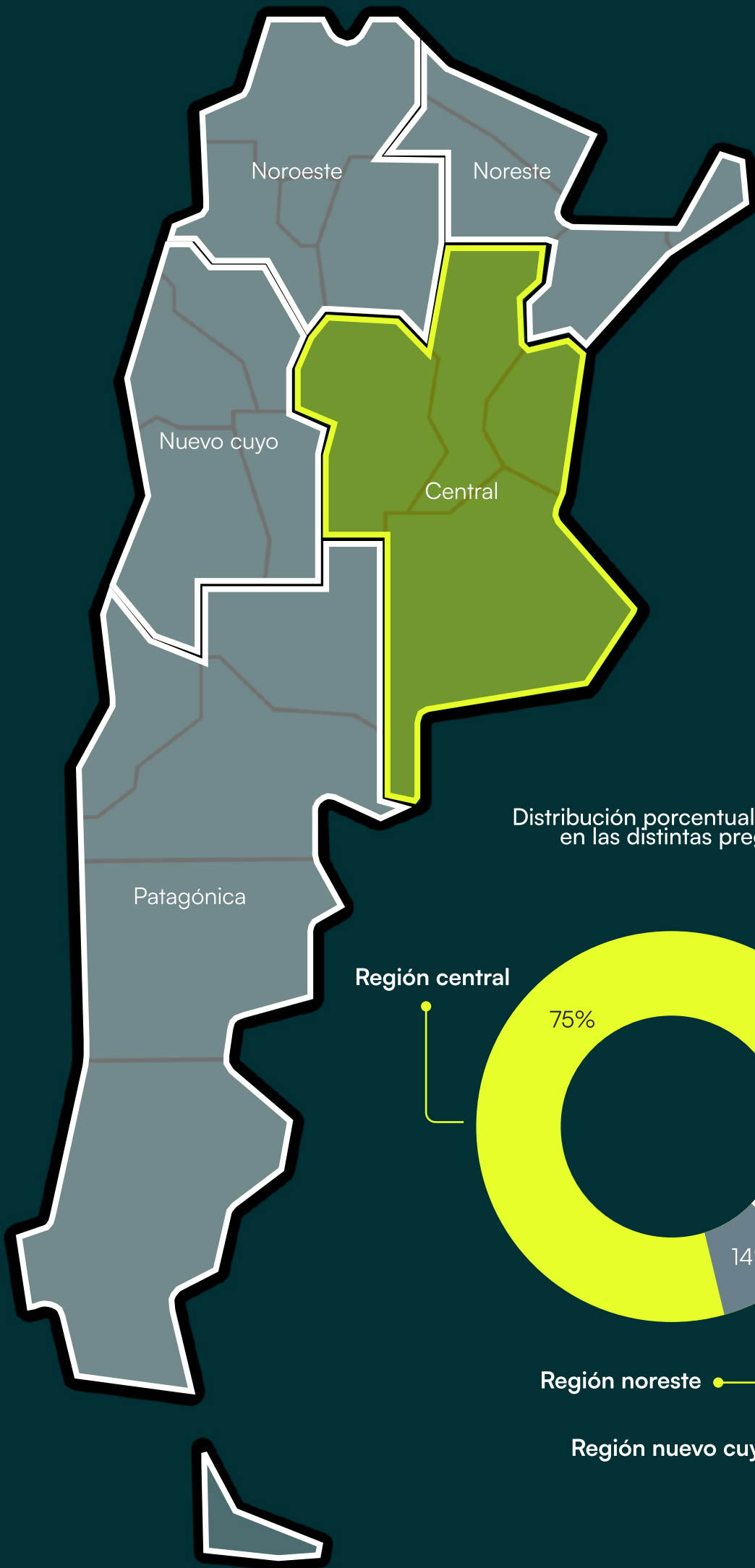
La apicultura argentina es la más importante y desarrollada de todo el Hemisferio Sur y una de las más grandes a nivel mundial. Como se mencionó anteriormente, en suelo argentino redundan aproximadamente 4.000.000 de colmenas y 35.000 productores registrados forman parte de esta cadena que aporta más del 20% de las exportaciones mundiales. La República Argentina ocupa, alternativamente con China, el primer o segundo lugar entre los exportadores de miel.

El rendimiento promedio de miel, a nivel país, es de alrededor de 25 kilogramos por colmena y por año, últimamente Argentina ha enfrentado una baja en la producción y exportación de miel, producto de factores fundamentalmente climáticos —inundaciones y sequías asociadas a los fenómenos de “El Niño” y “La Niña”— sumados al alto grado de agriculturización de la principal zona apícola y al aumento en algunas regiones del país de las poblaciones de Varroa (9). Históricamente, la alternancia de agricultura con ganadería en esta región, obedecía a una necesidad técnica para conservar la estructura y fertilidad de los suelos. En la actualidad, la tecnología de siembra directa en la cual la Argentina es líder mundial, hace que la posibilidad de alternancia responda a factores económicos.

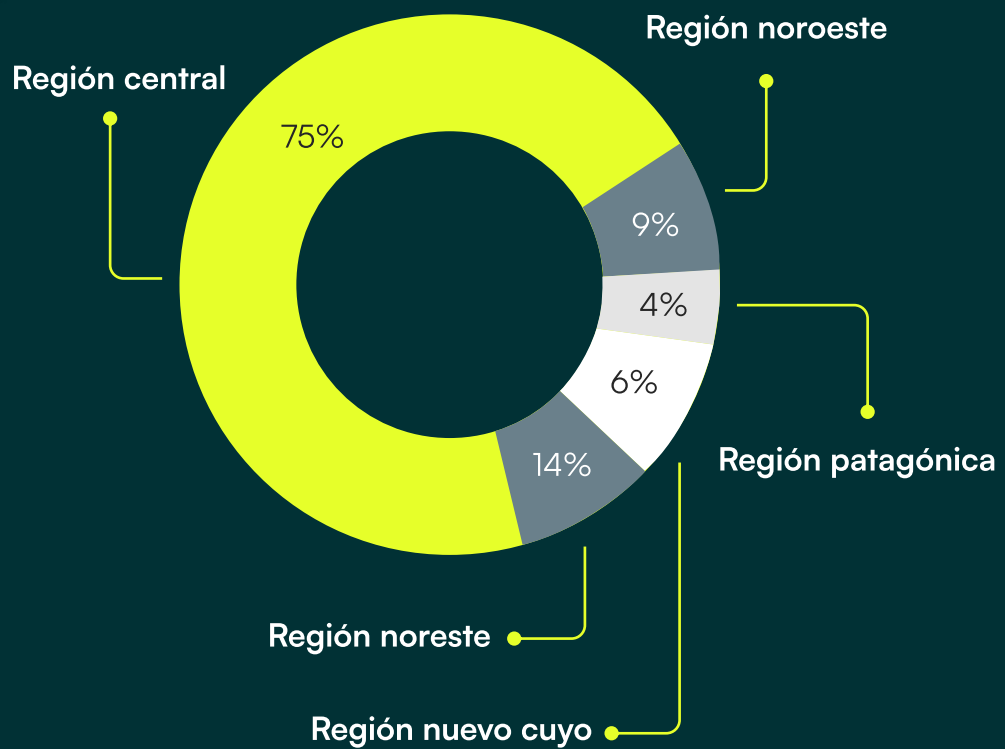
En los peores años del período, la exportación de miel fue cercana a las 60.000 t, lo que demuestra que el piso de la producción argentina de miel se ubica por encima de este valor, con un potencial productivo con el actual número de colmenas del orden de las 120.000 t/año.

La región central (Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe), concentra alrededor del 65% de los apicultores. Sin embargo, la importancia productiva de las distintas zonas apícolas de la Argentina ha ido cambiando en los últimos años, con el desplazamiento de productores y colmenas hacia otras regiones. Las denominadas zonas “marginales”, con un menor desarrollo y tradición en la práctica apícola, se están convirtiendo lentamente en regiones productivas más importantes.

La mayor agriculturización de la región central, como consecuencia de la expansión de la tecnología de siembra directa, ha traído aparejado un corrimiento del sector apícola hacia microrregiones ganaderas, dentro de la propia región o hacia otras del país.



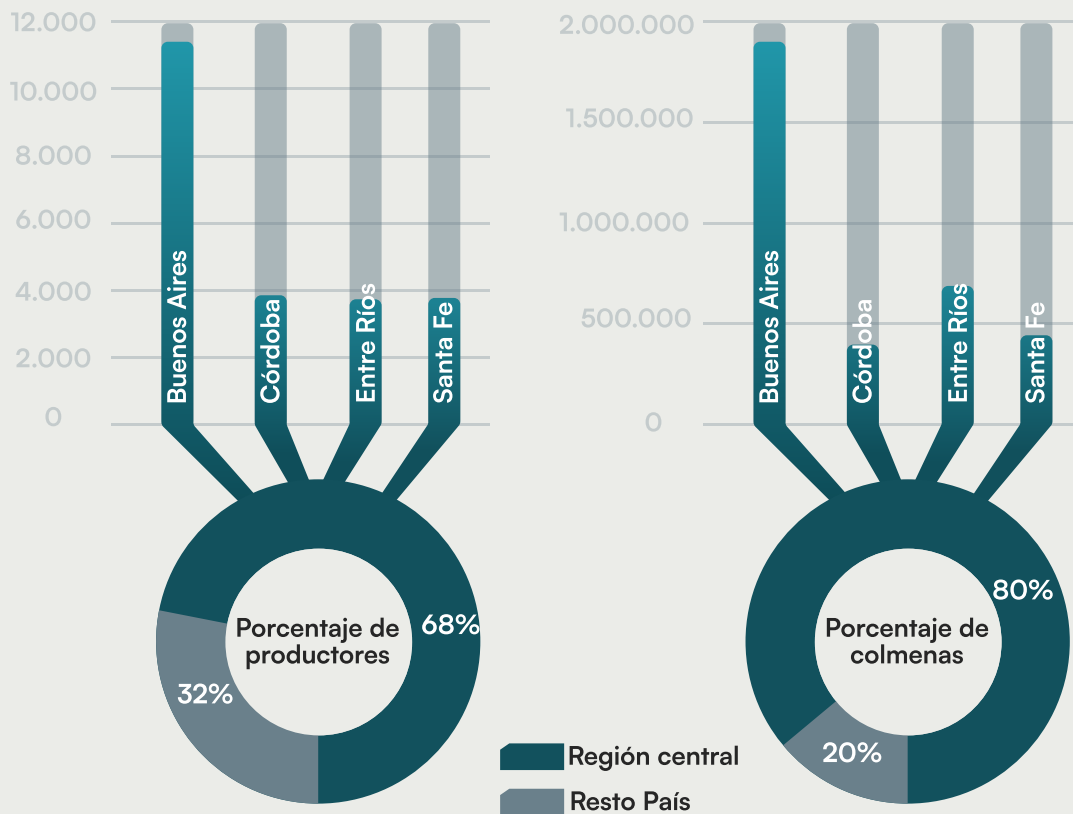
Distribución porcentual de apicultores en las distintas regiones del país



1.3.7 Región central

En esta Región existe una gran variabilidad de ambientes, pero también es la región en la cual la vegetación natural ha sido más modificada, a tal punto que solo quedan algunas pequeñas áreas donde es posible encontrar restos de la vegetación original. Tanto esta vegetación como la asociada a cultivos y praderas ofrecen abundancia de especies de interés apícola.

En esta Región se da la mayor proporción de apicultores profesionales del país; concentra más del 55% de los productores. Estos poseen más del 70% de las colmenas y cuentan con una importante infraestructura productiva; como consecuencia, la Región aporta la mayor proporción de miel y otros productos apícolas al mercado. Cuenta con unos 24.000 productores registrados, que manejan más de 3.100.000 colmenas. La distribución por provincia se muestra en el cuadro siguiente:



La Región cuenta con la mayor cantidad de salas de extracción del país, que cumplen con todos los requerimientos de la normativa vigente, de las cuales la mayoría son fijas y muy pocas móviles. En los últimos años se ha alcanzado niveles tecnológicos muy importantes, no sólo en infraestructura sino también de implementación de procesos y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). La provincia de Buenos Aires cuenta con la mayor concentración de plantas de procesamiento, duplicando en número al distrito que le sigue (Santa Fe). La industria proveedora de insumos apícolas, muestra en la región un fuerte desarrollo; más de 20 empresas fabricantes de maquinaria, 25 fabricantes de colmenas, 30 de cera estampada, indumentaria y medicamentos, satisfacen íntegramente la demanda de la apicultura argentina. La industria en un constante proceso de mejoramiento, ha alcanzado un nivel de desarrollo que le ha permitido incursionar con éxito en el mercado internacional.

La zona centro de Argentina tiene un gran potencial para la implementación de colmenas inteligentes diseñadas industrialmente debido a su prominente actividad apícola y sus condiciones ambientales favorables. La combinación de diseño industrial avanzado y tecnología puede transformar la apicultura, mejorando la eficiencia, la sostenibilidad y la productividad de los apiarios. La adopción de colmenas inteligentes ergonómicamente diseñadas representa una evolución natural y necesaria para una región que ya es un pilar de la apicultura argentina.

1.4 Prácticas apícolas

En la era moderna de la apicultura, la comprensión profunda del entorno de las colmenas es crucial para optimizar la producción de productos apícolas, "Las colmenas no son simplemente recipientes inertes donde las abejas hacen su magia. Son ambientes complejos y dinámicos que influyen profundamente en la salud y comportamiento de las abejas, y en última instancia, en la calidad y cantidad de los productos que producen." Mark L. Winston (10) en *Tiempo de abejas: lecciones de la colmena* (Harvard University Press, 2014).

Las colmenas construidas con madera requieren ser reemplazadas aproximadamente cada cinco años, lo cual representa un costo adicional significativo para los apicultores. Además, la manipulación de estas colmenas se ve dificultada por su peso elevado, afectando la comodidad durante las labores de manejo. Durante el invierno, las bajas temperaturas pueden quemar la vegetación circundante al apiario, dejando a las abejas sin acceso a fuentes naturales de alimentación externa.

Durante la jornada de trabajo, el apicultor debe extraer cuadros de las colmenas para monitorear la producción de miel y verificar la actividad reproductiva de la abeja reina. Este proceso implica el uso de palancas para levantar los cuadros, con el riesgo constante de picaduras que obliga al uso de guantes protectores, limitando el contacto directo con los agarres de la colmena.

El diseño de un nuevo sistema de colmena busca abordar los desafíos ergonómicos relacionados con el levantamiento de peso y la configuración de los agarres presentes en los modelos tradicionales. Además, se implementará un sistema interno de alimentación para las abejas, con el objetivo de mejorar el confort térmico dentro de la colmena y minimizar la pérdida de hasta 5 kg de miel, causada por la mortalidad que puede alcanzar hasta el 10% de la población de la colmena al abrir la cámara de cría.

El confort térmico de las abejas es crucial, ya que una temperatura interna promedio de 35 °C es necesaria para mantener la productividad. Las fluctuaciones externas de temperatura pueden afectar este equilibrio, reduciendo la producción, provocando la deserción de las abejas o incluso su muerte. Por lo tanto, el nuevo diseño incorporará sistemas de monitoreo de temperatura interna para anticipar cambios que puedan afectar el bienestar de las abejas y su productividad, permitiendo así la adopción de medidas preventivas adecuadas.

1.4.1 Buenas practicas

“Un paisaje artificial requiere una solución artificial”

2020 - El lamento del apicultor - Nordhaus

Bajo nuestra perspectiva, hoy es natural la intervención del entorno a nuestro favor, tratar de suprimir y evidenciar alteraciones sustanciales es el principal desafío. Las buenas prácticas apícolas derivan estrechamente del vínculo que tengamos con las abejas, entender sus comportamientos como sus intervenciones en el ecosistema, sus factores de estrés y cómo apaciguarlos, cómo fomentar soluciones que mitiguen problemáticas en el día a día, ya que entender que la producción melífera y trashumante con el apicultor requieren de un estar y dedicación que tornan, obligan y es deuda enlazar de la manera más natural y empática posible.

Cuando entendemos que explotamos a las abejas, que estas ven obligadas a adoptar patrones de trabajo que no son naturales: distorsionados de estímulo por la intervención del entorno, la escasez de su alimento provocada para que recoja más alimento (miel) incluso fuera de temporada son los riesgos mínimos asumidos jugando con los límites de los eventuales *Colony collapses*.

A continuación se esbozan en el cuadro comparativo de elaboración propia las visitas al apiario según estacionalidad.

10_ Mark L. Winston es un biólogo y entomólogo canadiense, experto en abejas y apicultura, conocido por su influyente libro *Bee Time: Lessons from the Hive*.

Control de colmenas según estadio

✦ Objetivo disminuir hasta un 50% las visitas presenciales de colmena en periodos de alta actividad.

Miel

Frecuencia

Actividad abejas

Estación

+Activas



Cada 10 a 14 días

Las revisiones se centran en gestionar la acumulación de miel y mantener la salud de la colmena. Es importante monitorear las reservas de alimento y la presencia de la reina.

-Activas



Cada 14 a 28 días

Las revisiones se enfocan en preparar la colmena para el invierno, asegurando que haya suficiente miel almacenada y que las abejas estén sanas.

--Activas



Cada 28 a 42 días

Se realizan chequeos rápidos para asegurar que las abejas tengan suficiente alimento y que no haya problemas evidentes como enfermedades o humedad excesiva.

++ Activas



Cada 7 a 10 días

Con un crecimiento rápido de la colmena. Las revisiones frecuentes ayudan a controlar la enjambrazón y asegurar que hay suficiente espacio para la cría y el almacenamiento de miel.

Antes de la temporada de polinización:

Cada 7 a 10 días

Antes de mover las colmenas a los cultivos, es crucial asegurarse de que las colmenas estén en buenas condiciones. Las revisiones frecuentes ayudan a verificar la salud de las abejas, la presencia de la reina, y que haya suficiente población y reservas de alimento.

Durante la temporada de polinización:

Cada 7 a 14 días

Una vez que las colmenas están en los campos para la polinización, las revisiones deben ser regulares pero no tan frecuentes como para perturbar a las abejas excesivamente. Se debe monitorear la salud general de la colmena, verificar que la reina esté presente y poner atención a la disponibilidad de alimento si la floración es insuficiente.

Después de la temporada de polinización:

Cada 10 a 14 días

Después de la polinización, las colmenas pueden necesitar cuidados adicionales para recuperarse del estrés del transporte y la labor intensa. Revisar las colmenas para evaluar la salud, la población y las reservas de alimento es esencial antes de trasladarlas a nuevos campos o de prepararlas para la producción de miel o para el invierno.

Polinización

Condiciones específicas del cultivo: Cultivos como almendros y frutales pueden necesitar colmenas más fuertes y por más tiempo, mientras que otros cultivos pueden tener diferentes necesidades.

Condiciones climáticas: En climas más cálidos y durante períodos de alta actividad floral, las revisiones pueden ser más frecuentes.

Monitoreo de plagas y enfermedades: La prevención y el control de plagas y enfermedades son cruciales para mantener colmenas saludables y efectivas en la polinización. La frecuencia de las revisiones puede aumentar si se detectan problemas como varroa o enfermedades de la cría.

1.4.2 Situación laboral y problemas de escalabilidad

El sector apícola en Argentina no solo se destaca por la calidad excepcional de sus productos derivados de las abejas, sino que también enfrenta desafíos significativos en términos de situación laboral y escalabilidad. La diversidad climática y vegetal que beneficia la producción apícola también influye en la manera en que los apicultores gestionan sus operaciones, enfrentando problemas ergonómicos, logísticos y de gestión. Esta información ha sido tomada de un artículo elaborado por Julio Ziolo, responsable del programa ApiTEC, que detalla cómo las condiciones naturales y la falta de apoyo tecnológico aumentan las exigencias físicas y organizativas sobre los productores apícolas. Además, según datos de reuniones del Consejo Nacional Apícola, las dificultades se ven agravadas por la necesidad de implementar trazabilidad y adaptar las operaciones a las exigencias internacionales.

Por un lado, las variaciones climáticas y geográficas ofrecen un entorno rico y variado para la producción de miel, polen, propóleo, jalea real y cera, cada uno con características únicas que pueden diferir ampliamente según la región. Sin embargo, esto también implica que los apicultores deben adaptarse a condiciones laborales variadas y a menudo desafiantes, desde el manejo de colmenas en terrenos accidentados hasta la gestión de cosechas en condiciones climáticas extremas.

El diseño de las colmenas tradicionales y su mantenimiento afectan la viabilidad económica y la escalabilidad a largo plazo. Además, la gestión de grandes volúmenes de producción y la expansión de las operaciones pueden encontrarse con barreras logísticas y administrativas que limitan el crecimiento eficiente del sector.

Es crucial el desarrollo de tecnologías y prácticas apícolas sostenibles que mejoren la eficiencia operativa y reduzcan los costos asociados con la renovación de equipos, como también, programas que promuevan la formación y capacitación de los apicultores, junto con incentivos para la adopción de prácticas innovadoras y sostenibles, jugando un papel importante en la mejora de las condiciones laborales y la escalabilidad del sector apícola argentino. La biodiversidad y condiciones naturales de nuestro país no solo ofrecen oportunidades únicas para la producción apícola, sino también plantean desafíos que requieren soluciones adaptativas y colaborativas para asegurar un aumento sustancial.

1.4.3 Desafíos

El abordaje de los siguientes desafíos a través del nuevo sistema de colmena fruto de este trabajo es fundamental para fortalecer y promover un crecimiento sostenible en la apicultura, asegurando así su continuo aporte a la economía y al medio ambiente; La salud de las abejas: los problemas como las enfermedades, los parásitos por ejemplo: la varroa y otros vectores de enfermedades, así como el uso de los pesticidas agrícolas continuamente, amenazando la salud de las colonias de abejas. El cambio climático y las variaciones en las condiciones climáticas, que pueden llevar a sequías, inundaciones, y temperaturas extremas, pueden perjudicar la producción de miel y la supervivencia de las abejas. Competencia global, la competencia con otros países productores de miel y las fluctuaciones en los precios internacionales, pueden hacer que la producción de miel no sea rentable para los apicultores argentinos. Infraestructura y tecnología, la falta de infraestructura y tecnología moderna en algunas áreas puede limitar la producción y la eficiencia de los apicultores.

Las regulaciones y políticas gubernamentales restrictivas pueden obstaculizar las operaciones y el crecimiento del sector apícola al afectar la seguridad, la calidad y los requisitos de exportación de los alimentos y la necesidad una mejor educación y capacitación en prácticas de manejo integrado. También pueden ofrecer importantes beneficios que fomentan su crecimiento y sostenibilidad. Como la mejora de la calidad y seguridad alimentaria a través del establecimiento de estándares de calidad, la protección del medio ambiente con políticas que promueven prácticas agrícolas sostenibles y el uso responsable de pesticidas, incentivos para la capacitación, acceso a financiamiento y apoyo técnico con subsidios, y financiamiento y asistencia técnica para los apicultores, valioso para los pequeños y medianos apicultores que podrían carecer de los recursos necesarios para modernizar sus operaciones.

2

Abejas y Ecosistema: Una Relación Fundamental

2.1 El ecosistema en movimiento

“Cada vez que una abeja zumba cerca, recuerda: nuestros alimentos dependen en gran medida de su crucial labor de polinización, esencial para el ecosistema.”

Matías Álvarez Ghirardi y Valentín Previo

Las abejas mantienen un vínculo fundamental con los ecosistemas globales, principalmente a través de su labor indispensable de polinización. Este proceso es crucial para la reproducción de plantas con flores, asegurando la producción de frutas, verduras y semillas que sustentan la seguridad alimentaria humana y sostienen la biodiversidad vegetal. Juegan un papel vital en la salud general de los ecosistemas al promover la estabilidad y la resiliencia de los hábitats naturales, dándole importancia a la protección de las poblaciones de abejas y la preservación, esenciales para mantener la integridad y el equilibrio de los ecosistemas a nivel mundial.

2.1.1 Rol de las abejas

Las abejas desempeñan un rol fundamental tanto en los ecosistemas como en la actividad apícola. Su principal función en la vida del planeta es la polinización de cultivos, siendo responsables de entre el 15% y 30% de la producción de alimentos de origen vegetal. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (11) estima que el 75% de los cultivos a nivel mundial se benefician de la polinización, y las abejas son los polinizadores más importantes. Además, el 90% de las 250.000 especies de plantas con flores en el mundo dependen de las abejas para su polinización, lo que contribuye al mantenimiento de la biodiversidad y la calidad de los cultivos.

En la actividad apícola, las abejas melíferas no solo polinizan, sino que también recolectan y transforman diversos productos de las plantas a través del pecoreo, como el néctar, polen, propóleos y otros materiales. El néctar es procesado y transformado en miel mediante digestión y deshidratación en la colmena, permitiendo su conservación y almacenamiento. El polen recolectado es vital para alimentar a la colmena, proporcionando proteínas esenciales para el desarrollo de las crías, mientras que el propóleo, una resina vegetal, es usado por las abejas para proteger y construir la colmena.

Información extraída del módulo uno del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) sobre ambiente y abeja muestra la capacidad de las abejas para recorrer hasta 5000 metros desde su colmena y cubrir hasta 700 hectáreas en un día de pecoreo es impresionante y crucial para su hidratación, recolección de recursos y regulación de la temperatura en la colmena. Este comportamiento subraya la importancia de mantener fuentes de agua y hábitats saludables para su supervivencia y la de las comunidades humanas que dependen de su labor. Hoy en día, la intensificación de la producción agropecuaria, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático están poniendo en riesgo a las abejas, lo que afecta tanto la producción de alimentos como la salud ambiental. El Síndrome de Desaparición de Colonias se ha atribuido a una combinación de factores como el uso excesivo de agroquímicos y la reducción de la oferta floral. Sin embargo, existe una mayor conciencia social sobre estos riesgos, y tanto los apicultores como los investigadores están trabajando para desarrollar prácticas más sostenibles que aseguren el bienestar de las abejas y del medio ambiente en general.

11_ La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es una agencia especializada de las Naciones Unidas que lidera los esfuerzos internacionales para erradicar el hambre, mejorar la nutrición, y asegurar la seguridad alimentaria a nivel mundial.

2.1.2 Tipos de abejas

En la apicultura argentina, la especie más destacada es la *Apis mellifera*, originaria de Europa, África y Asia. Esta abeja es famosa por su capacidad para producir grandes cantidades de miel y por ser fácil de manejar en las colmenas comerciales, lo que la convierte en la favorita de los apicultores del país.

Aunque no es nativa, su adaptabilidad y eficiencia han sido importante para el desarrollo de la industria apícola en Argentina, contribuyendo de manera importante a la economía y al ecosistema. Además de la *Apis mellifera*, en Argentina conviven otras abejas que también juegan roles importantes. Las abejas sin aguijón, como las del género *Melipona*, son nativas de las regiones tropicales y desempeñan un papel vital en la polinización de nuestras plantas autóctonas. Aunque no producen tanta miel como la *Apis mellifera*, son muy apreciadas por las comunidades locales por sus beneficios en la producción de alimentos y medicinas tradicionales. Por otro lado, las abejas carpinteras y otras especies solitarias también son clave para mantener la biodiversidad de nuestras flores y el equilibrio natural en Argentina, polinizando una gran variedad de plantas.

Este diverso grupo de abejas en Argentina nos recuerda la importancia crucial de cuidar y manejar de manera responsable a estos valiosos polinizadores. No solo son esenciales para nuestra agricultura y economía local, sino que también son fundamentales para preservar la salud y la belleza de nuestros paisajes naturales.

2.1.3 Estructura organizativa

Dentro de la estructura altamente organizada de una colmena de abejas, cada individuo desempeña roles específicos que son cruciales para el funcionamiento y la supervivencia de la colonia. En la cima de esta jerarquía se encuentra la reina (la cual tiene un rango de vida entre 3 a 5 años), cuya principal función es la proliferación de la colonia mediante la puesta de huevos, alcanzando cifras impresionantes de hasta 2000 huevos por día durante los picos de la temporada. Los zánganos, por otro lado, tienen un papel único como los machos cuya única tarea es fecundar a la reina en vuelos nupciales (vuelos de fecundación, una vez la fecunda muere). La mayoría de la colonia está compuesta por obreras, son las de menor tamaño y de mayor población en la colmena, estas abejas son infértiles, ellas se encargan de actividades como pecoreo, abanicar para tener temperatura promedio de 35°C en la colmena, alimentan las larvas, hacen la limpieza en la colmena, defienden la colonia, construyen los panales y proveen el néctar, polen, agua y propóleos necesarios; ellas tienen un rango de vida entre 35 a 40 días. Esta división del trabajo dentro de la colmena no solo asegura la eficiencia en la producción de miel, sino que también contribuye al bienestar general de la comunidad de abejas y a la resiliencia de la colonia frente a desafíos ambientales y biológicos.

Dentro de una colmena de abejas, cada tipo de abeja tiene su lugar y tarea específica para mantener todo en orden. Las abejas obreras cuidan principalmente de las crías y se ubican en las alzas bajas y medias, rodeadas de polen. Los zánganos, que son los machos, se sitúan en los bordes inferiores de las alzas, generalmente en las esquinas, donde también hay algo de polen. La miel se guarda en la parte superior de las alzas y en los bordes, a veces mezclada con polen. Es importante respetar este orden cuando manipulamos los marcos y si este sistema está organizado, ayuda a que la colmena funcione bien, manteniendo la temperatura correcta y produciendo suficiente miel y polen para la colonia.

2.1.4 Comportamientos

Las abejas, con su sistema de comunicación multifacético, demuestran una capacidad asombrosa para coordinar las actividades dentro y fuera de la colmena. El trabajo del etólogo Karl von Frisch (12) fue fundamental para describir este fenómeno y demostrar que las abejas son capaces de comunicar información sobre la calidad de los recursos. A través de la danza de la abeja, pueden transmitir información precisa sobre la ubicación y la calidad de las fuentes de néctar y polen, utilizando el ángulo del sol como referencia y las características visuales de la colmena como puntos de orientación.

12_ Etólogo austriaco es conocido por sus estudios pioneros sobre la danza de la abeja, donde describe cómo las abejas utilizan este sistema de comunicación para transmitir información sobre fuentes de alimento. Su libro "The Dance Language and Orientation of Bees" es fundamental en este campo.

Además de estas danzas, las abejas emiten una variedad de sonidos y feromonas que desempeñan roles clave en la organización social y la eficiencia operativa de la colonia. En situaciones de emergencia, como la defensa colectiva de la colmena contra intrusos, también demuestran comportamientos coordinados y efectivos.

Dentro de la colmena, además de estas funciones esenciales, las abejas obreras realizan una tarea crucial conocida como propolización. Las abejas recolectan propóleos, una sustancia resinosa que obtienen de los brotes de árboles y otras fuentes vegetales, y la usan para sellar grietas y cubrir superficies dentro de la colmena.

Este proceso no solo refuerza la estructura física de la colmena, sino que también la protege de patógenos externos gracias a las propiedades antimicrobianas del propóleos. Incluso en casos donde intrusos o cuerpos extraños ingresan a la colmena, las abejas pueden encapsularlos con propóleos, evitando que se descompongan y contaminen el ambiente. Este comportamiento resalta la importancia de la propolización como mecanismo de defensa y de regulación sanitaria en la colmena.

Además, las abejas obreras realizan recorridos diarios, comenzando sus actividades temprano en la mañana, poco después del amanecer, cuando las condiciones climáticas son favorables y la luz solar es más intensa. Este momento óptimo les permite maximizar su recolección, aprovechando las horas de mayor actividad floral y temperatura adecuada. Durante sus vuelos, las abejas realizan múltiples viajes entre las fuentes de alimento y la colmena, transportando cargas de néctar y polen que pesan hasta la mitad de su peso corporal. Estas intensas jornadas de trabajo pueden durar entre 6 y 8 horas, dependiendo de las necesidades de la colmena y las condiciones ambientales. En el transcurso de sus actividades diarias, la recolección de propóleos también juega un papel importante para el bienestar general de la colonia. Aunque este material puede representar un desafío para los apicultores, ya que tiende a sellar partes móviles de la colmena, también tiene valor comercial y medicinal debido a sus propiedades curativas. La meticulosa propolización asegura un ambiente seguro y bien mantenido para la cría y la comunidad, contribuyendo a la eficiencia operativa de la colmena y su supervivencia a largo plazo.

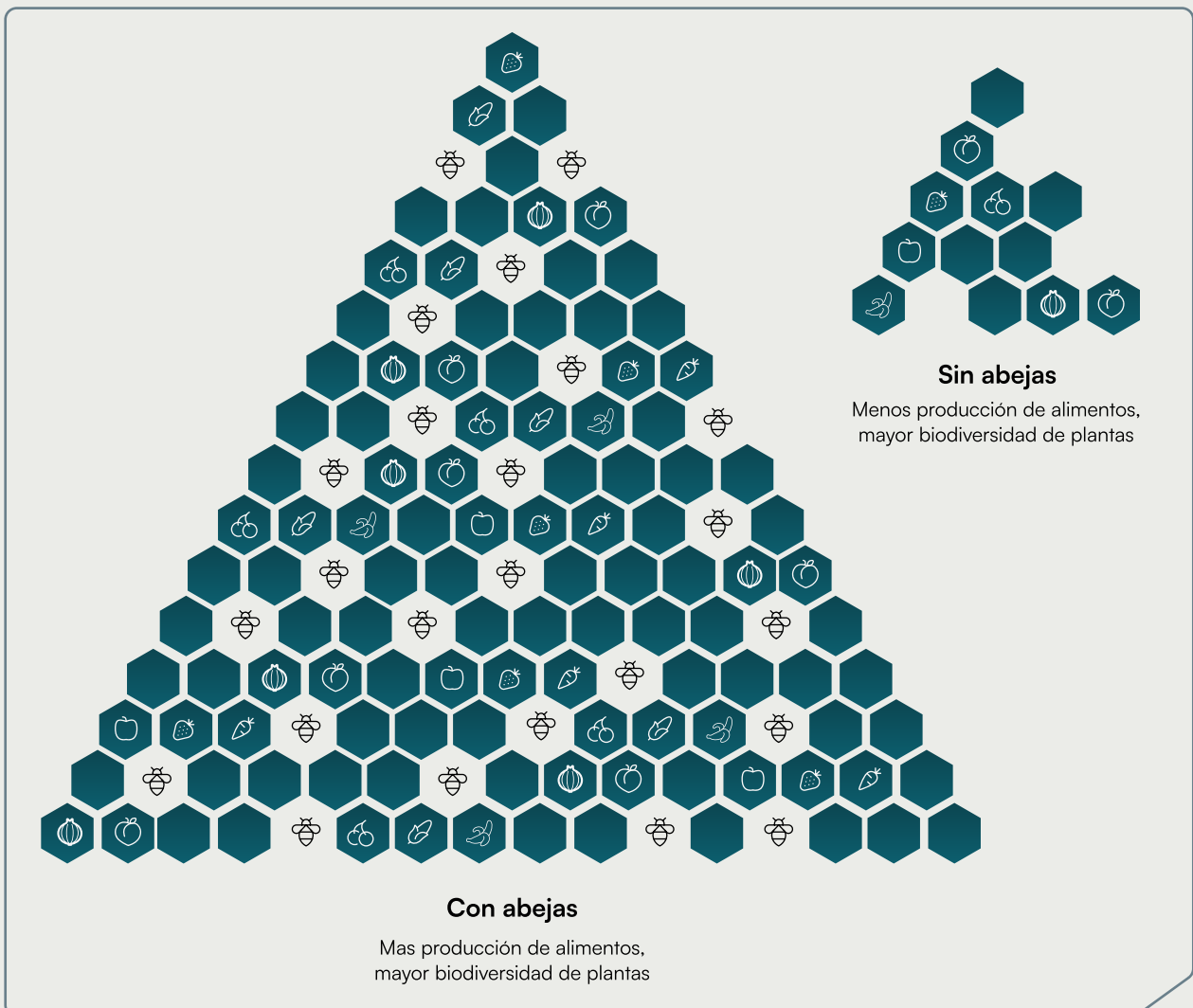
2.1.5 Impacto como agentes polinizadores

En el contexto de la apicultura y la ecología, es fundamental reconocer la influencia significativa que los componentes del ecosistema ejercen sobre la salud y producción de las abejas. Estos insectos son esenciales no solo por los productos que generan sino también por su papel indispensable en la polinización de una gran variedad de plantas, contribuyendo así a la biodiversidad y estabilidad de los hábitats naturales. Actualmente, el ecosistema, resultado de miles de años de evolución, ha sido profundamente alterado por actividades humanas como la deforestación, la construcción de infraestructuras y el uso intensivo de pesticidas. Estas alteraciones han generado cambios significativos que han llevado a su alta mortalidad. La incapacidad de las abejas para regular su temperatura corporal las hace particularmente vulnerables a las variaciones térmicas del ambiente (las fluctuaciones extremas de temperatura, derivadas del cambio climático y de la pérdida de cobertura vegetal) afectando negativamente su metabolismo y comportamiento, lo que a su vez impacta su capacidad de realizar sus actividades con normalidad. Los residuos químicos presentes en el entorno y en las flores que las abejas visitan pueden ser letales o causar efectos subletales que debilitan sus sistemas inmunológicos, aumentan su susceptibilidad a enfermedades y reducen su esperanza de vida.

En este contexto, el desarrollo de prácticas agrícolas y ganaderas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente se torna imprescindible para proteger a las abejas y, por ende, garantizar la continuidad de su vital función en la polinización. Este enfoque no solo es crucial para la apicultura, sino también para la conservación de la biodiversidad y la salud ambiental en general. Para apreciar verdaderamente la importancia de las abejas, no podemos limitarnos a valorar los productos que extraemos de las colmenas y olvidarnos de su valor fundamental: la polinización de diferentes plantas. Las abejas visitan diversas plantas; por lo tanto, cualquier elemento que afecte a las plantas, inevitablemente afecta a las abejas. Solo a través de un esfuerzo concertado y multidisciplinario será posible proteger a estos valiosos polinizadores y asegurar un futuro sostenible para las generaciones futuras.

La polinización realizada por estos agentes polinizadores juega un papel esencial en la agricultura, siendo vital para la producción de cultivos clave como el manzano, el kiwi y el arándano. La dependencia de estos cultivos de la polinización entomófila es significativa; sin la intervención de los insectos, la cosecha sería prácticamente inexistente. En el paper “Sin insectos no hay frutos ni beneficios de Marcos Miñarro Prado en el Programa de Investigación en Fruticultura, Universidad de Oviedo, Asturias”, se ha demostrado que la contribución de los insectos polinizadores a la cosecha es notable: en el manzano, representan del 97.4% al 100% de la producción, en el kiwi el 78.5% y en el arándano el 98.9%. Esta actividad no solo asegura la producción de estos frutos, sino que también tiene un impacto económico considerable. Entre ellos, destacan los almendros, donde se estima que entre el 80% y el 90% de la producción mundial depende directamente de la polinización por abejas.

Las manzanas y las ciruelas también muestran una alta dependencia, con cifras que alcanzan hasta el 90% de su producción global beneficiada por este proceso vital. Los arándanos, reconocidos por sus beneficios nutricionales y económicos, dependen en más del 90% de la polinización por abejas para su desarrollo fructífero. Además, cultivos como las calabazas y los calabacines muestran una dependencia significativa, con aproximadamente el 40% de su producción global apoyada por este servicio ecológico esencial. Estos datos subrayan no sólo la vulnerabilidad de la producción agrícola frente a la disminución de poblaciones de abejas, sino también la necesidad urgente de políticas y prácticas que promuevan su conservación y manejo sostenible para garantizar la seguridad alimentaria y la biodiversidad agrícola a escala mundial.



Reelaboración propia de gráfico sobre la importancia de los agentes polinizadores en el ecosistema (extraído de una unidad científica de Greenpeace, 2013)

2.2 Agricultura industrial

La agricultura industrial está ejerciendo una presión alarmante sobre la apicultura, colocando a las abejas en una situación crítica. Factores como el uso intensivo de pesticidas tóxicos, la expansión de monocultivos estériles, la destrucción de hábitats, la contaminación ambiental y el cambio climático están contribuyendo al debilitamiento y colapso de colonias de abejas en todo el mundo. Estos impactos no solo afectan directamente a las abejas, provocando su desplazamiento y muerte, sino que también ponen en peligro la polinización, un proceso crucial para la producción de muchos de los cultivos alimentarios. A medida que las abejas luchan por sobrevivir en un entorno cada vez más hostil, la apicultura y la seguridad alimentaria global se ven gravemente amenazadas, lo que resalta la urgencia de abordar estos desafíos y proteger tanto a los polinizadores como a los ecosistemas que dependen de ellos.

2.2.1 Monocultivos y pesticidas

Los monocultivos, que son grandes extensiones de tierra donde se cultiva una sola especie de planta, tienen un efecto significativo en la apicultura y en las abejas. Este tipo de agricultura se enfoca en satisfacer las necesidades humanas y del ganado, lo que significa que no se piensa mucho en las necesidades de las abejas, agotando la fertilidad del suelo, impidiendo el crecimiento de plantas silvestres que podrían ofrecer una fuente variada de alimento para las abejas. Sin estas plantas, las abejas tienen menos opciones para recolectar néctar y polen, elementos esenciales para ellas. Necesitan una mezcla de diferentes tipos de flores para obtener todos los nutrientes que necesitan. Cuando solo tienen acceso a una variedad limitada de plantas, como sucede en los monocultivos, no obtienen la nutrición necesaria para mantenerse sanas afectando su comportamiento, su capacidad para encontrar alimento y su energía para polinizar. Por otro lado, aunque en los monocultivos hay un montón de flores disponibles durante un tiempo específico, una vez que se termina esa temporada de floración, las abejas se quedan sin nada que recolectar, y eso las obliga a volar más lejos o depender de los alimentos que fueron almacenados, siendo insuficientes. Los monocultivos suelen ir acompañados del uso intensivo de pesticidas y herbicidas. Estos productos químicos no solo eliminan las plagas y las malas hierbas, sino que también pueden afectar negativamente a las abejas, si no las matan directamente, los pesticidas pueden desorientarlas o debilitar su sistema inmunológico, lo que a la larga afecta a toda la colmena. Pueden ser buenos para la producción agrícola a gran escala, pero no son ideales para las abejas ni para la apicultura. Las abejas necesitan diversidad floral y un ambiente libre de químicos para prosperar. Sin estos elementos, no solo se compromete la salud y el comportamiento de las abejas, sino también su capacidad de polinizar y producir miel de manera efectiva.

Dave Goulson biólogo y profesor en la Universidad de Sussex, Reino Unido, reconocido por su investigación sobre el impacto de los monocultivos y pesticidas en los polinizadores, resalta una de sus frases “*Si perdemos a los insectos, todo se derrumbará*” de su libro *Planeta Silencioso*, ha investigado los efectos de los pesticidas neonicotinoides en abejas, en un estudio publicado en *Nature* (2015), descubrió que estos pesticidas, ampliamente usados en monocultivos, tienen un impacto negativo considerable en la salud y tamaño de las colonias de abejas. Los resultados mostraron una reducción del 10% en el número de poblaciones de abejas que se alimentan de monocultivos debido a los neonicotinoides, con algunas especies mostrando disminuciones del 20% o más, y la más afectada (*Apis mellifera*) experimentó una caída del 30%. En total, la mitad de la disminución de las abejas podría estar relacionada con la implementación de pesticidas.

2.2.2 Desplazamiento de la actividad

La apicultura migratoria es una estrategia esencial para los apicultores en regiones con limitadas floraciones, ya que permite trasladar colmenas a diferentes ubicaciones con el objetivo de maximizar la disponibilidad de néctar y polen a lo largo del año. Este enfoque no solo ayuda a superar las restricciones de recursos florales en una zona específica, sino que también optimiza la producción de miel y mejora la salud de las colonias de abejas al garantizar un suministro constante de alimentos. Sin embargo, la migración presenta desafíos significativos, los costos operativos asociados al transporte, incluyendo vehículos, combustible y tiempo dedicado, así como el estrés generado en las abejas. Este estrés puede causar desorientación y aumentar la susceptibilidad a enfermedades y parásitos, como los ácaros Varroa. Además, los apicultores deben gestionar meticulosamente las condiciones en las nuevas ubicaciones para asegurar el éxito de la migración, lo que requiere una planificación y coordinación efectiva.

A pesar de estos desafíos, la apicultura migratoria ofrece importantes beneficios, como la diversificación de fuentes de néctar, lo que mejora la calidad y variedad de la miel producida y contribuye a la sostenibilidad del sector al evitar la sobreexplotación de recursos en una sola área. No obstante, las abejas migratorias pueden estar expuestas a pesticidas y productos químicos en las áreas agrícolas, lo que puede comprometer tanto su salud como la calidad de la miel. La gestión eficaz de las colmenas migratorias exige un enfoque proactivo, que incluya estrategias de manejo y monitoreo constantes para mitigar los efectos negativos de la migración. Esto puede implicar alimentación suplementaria en áreas con recursos florales limitados y el control preventivo de plagas y enfermedades. Aunque los costos asociados, como transporte, mano de obra y mantenimiento de colmenas, pueden ser elevados, los beneficios en términos de mayor producción de miel y servicios de polinización pueden justificar la inversión. Para minimizar los riesgos y maximizar los beneficios, es recomendable que los apicultores adopten prácticas que reduzcan el estrés durante el transporte, como la reducción de la duración del viaje y la mejora de la ventilación de las colmenas. También es aconsejable rotar las colmenas a áreas con menor exposición a pesticidas y con una diversidad de flora que ofrezca una mejor nutrición para las abejas. Estas medidas no solo ayudan a mitigar los efectos adversos del estrés migratorio, sino que también mejoran la resiliencia de las abejas frente a enfermedades y otros desafíos ambientales.

Aunque la apicultura migratoria presenta desafíos, ofrece beneficios significativos que pueden mejorar la producción apícola y contribuir a la sostenibilidad del sector. Con una planificación adecuada y prácticas de manejo eficaces, es posible reducir los riesgos asociados con la migración y fomentar un entorno más saludable para las abejas, optimizando la producción de miel y permitiendo a los apicultores trabajar en armonía con los ciclos naturales de floración.

2.3 Desafíos

La apicultura enfrenta diversos desafíos que afectan su sostenibilidad y rentabilidad. Al igual que otras actividades agrícolas, los apicultores deben lidiar con el impacto del cambio climático y la pérdida de hábitats naturales, que alteran la disponibilidad de recursos para las abejas. Además, la competencia global y las fluctuaciones en los precios del mercado añaden presión económica. Estos desafíos no solo afectan a los apicultores, sino que también tienen implicaciones para la biodiversidad y la seguridad alimentaria, subrayando la necesidad de soluciones innovadoras y adaptativas en la gestión apícola.

2.3.1 Problemáticas operativas

Los apicultores enfrentan una serie de problemas operativos que pueden afectar tanto su salud como la producción de las colmenas. Entre las principales dificultades se encuentran las condiciones laborales, que generan desafíos ergonómicos significativos. Estos incluyen posturas corporales incómodas, manejo frecuente de cargas pesadas, movimientos repetitivos y esfuerzos físicos exigentes. El uso constante de herramientas manuales para la recolección de miel y el manejo de las colmenas provoca dolores en muñecas, hombros, espalda y cuello. Además, los apicultores están expuestos a condiciones climáticas extremas, que agravan estas dificultades y pueden impactar negativamente en su salud.

La exposición a altas y bajas temperaturas es un desafío recurrente. En condiciones de calor, el equipo de protección personal genera un entorno cerrado que dificulta la transpiración, lo que puede llevar a la deshidratación y al agotamiento. En climas fríos, el trabajo al aire libre durante largas jornadas también implica riesgos, como la hipotermia o la disminución de la productividad debido a la incomodidad y fatiga generada por el frío extremo.

Por otro lado, según el INTA, las condiciones climáticas afectan directamente la producción de las colmenas. Cambios en los patrones de floración, causados por el calor extremo o las lluvias intensas, limitan la disponibilidad de néctar y polen, lo que disminuye la producción de miel. Estos factores representan un reto tanto para la supervivencia de las abejas como para la rentabilidad del apicultor.

Frente a estas adversidades, se ha propuesto un rediseño de los sistemas de colmenas que aborde tanto los problemas ergonómicos como los productivos. Este enfoque integral tiene como objetivo mejorar el confort de los apicultores, optimizando las herramientas y las técnicas de manejo para reducir la carga física y el esfuerzo repetitivo. Al mismo tiempo, se busca aumentar la eficiencia en la producción apícola, con propuestas innovadoras que incluyen la integración de tecnologías y mejoras en la disposición de las colmenas. Estas iniciativas marcan un avance en el desarrollo de la apicultura sostenible, poniendo un énfasis en el bienestar del apicultor, un aspecto que ha sido frecuentemente pasado por alto.

2.3.2 Enfermedades, plagas y competencia

La apicultura enfrenta diversos desafíos relacionados con enfermedades, plagas y la competencia global, los cuales afectan profundamente la salud de las colonias y la competitividad de los productos apícolas. En Argentina y a nivel mundial, la gestión eficaz de estos factores es esencial para mantener la producción y calidad de la miel.

Uno de los problemas más significativos para la apicultura es la varroosis, causada por el ácaro *Varroa destructor*. Este parásito se alimenta de la hemolinfa de las abejas y puede transmitir virus debilitantes como el Virus de la Parálisis Aguda y el Virus de la Parálisis Crónica. En Argentina, la infestación por varroa puede superar el 50% en algunas regiones, lo que repercute gravemente en la salud de las colonias y en la producción de miel. Las medidas de control de la varroa, que incluyen tratamientos veterinarios y prácticas de manejo específicas, pueden representar hasta el 20% de los costos operativos de un apiario, afectando la rentabilidad de los apicultores. Otra enfermedad relevante es la nosemosis, causada por microsporidios que afectan el tracto digestivo de las abejas. Esta enfermedad debilita las colonias y reduce la capacidad de producción de miel. En Argentina, los brotes de nosemosis se han reportado especialmente durante los meses de alta humedad, lo que contribuye a una disminución notable en la producción apícola. La presencia de *nosema* también puede llevar a pérdidas que afectan la viabilidad económica de las operaciones apícolas.

Las enfermedades bacterianas como la American Foulbrood (AFB) y la European Foulbrood (EFB) afectan a las crías de abejas y pueden causar graves pérdidas si no se controlan adecuadamente. La AFB es particularmente grave y puede requerir la eliminación de colonias infectadas para prevenir la propagación, lo que incrementa los costos y afecta la producción general.

En cuanto a las plagas, el ácaro de las vías respiratorias (*Acarapis woodi*), aunque menos común que la varroa, puede causar la muerte de la colonia si no se controla. Por otro lado, la polilla de la cera (*Galleria mellonella*) se alimenta de la cera de los panales y puede causar daños extensos, requiriendo el uso de trampas y medidas de manejo específicas para su control.

La competencia en el mercado apícola global está estrechamente relacionada con la capacidad de los apicultores para gestionar estas enfermedades y plagas de manera eficaz. La reducción en la productividad, provocada por problemas como la varroa o la nosemosis, impacta directamente el volumen de miel disponible para el mercado, lo que puede hacer que los productos sean menos competitivos en un entorno donde la oferta constante y la calidad son cruciales.

Además, el manejo de enfermedades y plagas implica costos adicionales, lo que incrementa el precio de producción y puede afectar la competitividad. Los apicultores que adoptan tecnologías avanzadas para el control de enfermedades, como sistemas de monitoreo en tiempo real, pueden obtener una ventaja significativa. Estas tecnologías permiten una respuesta más rápida y eficaz, reduciendo pérdidas y estabilizando la producción. La mejora en la trazabilidad y certificación de calidad también puede facilitar el acceso a mercados internacionales, aumentando la competitividad. La implementación de sistemas de trazabilidad y certificación permite a los apicultores demostrar la calidad y seguridad de sus productos, lo que es crucial para acceder a mercados con altos estándares.

La cooperación entre apicultores para compartir información y mejores prácticas de manejo también puede ser beneficiosa. Programas de investigación conjuntos y protocolos estandarizados para el manejo de plagas pueden ayudar a reducir riesgos y mejorar la competitividad a nivel regional.

En el contexto global, el mercado de miel está valorado en aproximadamente \$10 mil millones USD, con China representando alrededor del 20% de la producción mundial. Los apicultores en países como China han logrado mantener altos volúmenes de producción y calidad a través de prácticas avanzadas de manejo de plagas y enfermedades. Esto les permite mantener una posición sólida en el mercado global, a pesar de la competencia.

En resumen, la gestión eficaz de enfermedades y plagas es crucial para la competitividad en la apicultura. Los apicultores que implementan innovaciones tecnológicas, mejoran la calidad de sus productos y adoptan estrategias de cooperación pueden superar los desafíos y fortalecer su posición en un mercado global altamente competitivo.

2.3.3 Cambio climático

El cambio climático representa un desafío significativo para la apicultura, un sector esencial tanto para la agricultura como para la biodiversidad. Enfrentar este desafío requiere una estrategia integral que no solo se enfoque en la apicultura, sino que abarque diversas actividades agropecuarias, industriales y domésticas. Las alternativas para mitigar el impacto del cambio climático deben ser parte de un enfoque más amplio, promoviendo cambios en nuestro comportamiento cotidiano y adoptando prácticas más coherentes con las necesidades del medio ambiente.

Una de las principales estrategias es la adopción de buenas prácticas pecuarias de producción. Monitorear constantemente el estado de las colonias y el comportamiento de las abejas, así como los eventos ambientales, es fundamental para detectar y abordar problemas a tiempo. Es crucial asegurar que las abejas tengan acceso a alimentos ricos en energía y proteínas, además de proporcionar zonas de sombra para protegerlas del calor excesivo. Consultar con especialistas apícolas para implementar medidas preventivas y sanitarias también ayuda a evitar enfermedades y plagas. Además, un manejo adecuado de los equipos, como el uso seguro de ahumadores y la revisión de extractores durante la cosecha, contribuye a minimizar riesgos y mejorar la eficiencia.

Rodrigo A. Medellín (13), coordinador de la Campaña de Varroasis en México, destaca que es importante adoptar prácticas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental de la apicultura. Esto incluye la eficiencia energética al reducir el consumo de electricidad, gas y agua, y aprovechar al máximo la luz natural para disminuir la quema de combustibles fósiles. Implementar tecnologías que fomenten una producción sostenible, como ecotecnologías y agroecología, es crucial para mejorar los sistemas de producción. Además, realizar medidas de conservación y restauración de ecosistemas es esencial para mitigar los efectos del aumento de temperaturas y proteger la biodiversidad.

Explorar modelos alternativos de agricultura también puede ser una solución efectiva. La agricultura urbana, orgánica, biointensiva y biodinámica, por ejemplo, representa opciones con menor impacto climático. Los productos orgánicos, aunque más costosos, tienen un valor de mercado elevado, y el proceso de certificación es accesible y recuperable. El 70% de la producción orgánica proviene de pequeños productores, quienes contribuyen a la calidad del producto y a la sostenibilidad del medio ambiente.

El reto fundamental para la apicultura es promover un desarrollo humano sustentable que garantice el bienestar y el crecimiento económico sin alterar el equilibrio climático. La conservación del medio ambiente es crucial para proteger los recursos de las abejas y asegurar la integridad agrícola, lo que mejora los servicios de polinización. Sin medidas efectivas, tanto las abejas como la sostenibilidad de los apicultores estarán en riesgo, con consecuencias económicas que podrían ser menores en comparación con el daño a los ecosistemas y la disponibilidad de recursos naturales. Adoptar estrategias que garanticen la sostenibilidad de la apicultura y promuevan un entorno saludable para las abejas y para la humanidad es imperativo.

13_Rodrigo A. Medellín es un académico destacado en el ámbito de la apicultura y la biología de la conservación, es conocido por su trabajo en la investigación y gestión de la varroasis. Contribuye a la investigación y enseñanza en temas relacionados con la salud animal y la apicultura

3

Pilar silencioso del
desarrollo
económico

3.1 Apicultura como motor de crecimiento económico

La apicultura es un claro ejemplo de cómo una actividad productiva, con bajo costo de entrada, puede ser un motor de crecimiento económico, generando valor agregado a través de la producción y comercialización de bienes demandados tanto a nivel nacional como internacional. No estamos hablando únicamente de la miel, sino de una serie de productos apícolas (cera, propóleo, jalea real) que encuentran su demanda en mercados clave como el alimentario, farmacéutico y cosmético, todos ellos sectores con altos márgenes y alto valor añadido.

Según la Convención sobre la Diversidad Biológica (14), en términos de costo-beneficio, la apicultura representa una oportunidad ideal para economías en desarrollo, especialmente porque requiere relativamente pocos recursos para su puesta en marcha, lo que permite a pequeños emprendedores y comunidades rurales acceder a una actividad rentable y competitiva. Con un nivel mínimo de intervención estatal y sin necesidad de grandes subsidios, esta industria puede generar empleo, dinamizar las economías locales y ofrecer productos exportables con demanda global, lo que se traduce en un flujo positivo de divisas.

Además, en un mundo donde los consumidores valoran cada vez más los productos sostenibles y naturales, el mercado de la miel y derivados no solo crece, sino que también se inserta perfectamente en esta tendencia, aumentando su rentabilidad. Es una actividad que, si se maneja de manera eficiente y sin distorsiones estatales, tiene el potencial de ser un sector clave para el desarrollo económico sostenible y la inserción de las economías locales en el comercio internacional

3.1.1 Mercados

El mercado apícola, tanto en Argentina como a nivel global, enfrenta importantes desafíos y oportunidades en los próximos años. Argentina, uno de los principales exportadores de miel, ocupa el segundo lugar después de China en términos de volumen exportado. Sin embargo, la producción local ha experimentado fluctuaciones, con un descenso en su participación global debido a factores como la expansión agrícola permitido por ausencia de políticas regulatorias que limiten la extensividad de la actividad agraria y uso de agroquímicos, por otro lado la falta de inversiones tecnológicas y problemas en la cadena de producción, como la contaminación en general. La competencia de países como México, India, Brasil y Vietnam ha reducido la brecha de liderazgo de Argentina en el mercado internacional, lo que subraya la necesidad urgente de innovar para mantener su competitividad.

Una estrategia clave en este contexto es no enfocarse exclusivamente en incrementar la producción de miel por colmena, sino en mejorar la eficiencia operativa para expandir la actividad a mayor escala. Esto implica ganar tiempos en las tareas de manejo, optimizar la logística y reducir los esfuerzos físicos de los apicultores, en lugar de centrarse únicamente en la capacidad productora individual de cada colmena. Este enfoque permite a los apicultores expandir sus operaciones sin necesariamente incrementar el número de colmenas, lo que resulta esencial en un mercado donde la disponibilidad de mano de obra y el aumento de costos limitan el crecimiento.

Además, a nivel mundial, los mercados de importación como Estados Unidos y la Unión Europea continúan siendo clave, pero con crecientes exigencias en términos de calidad, trazabilidad y sostenibilidad. Esto representa una oportunidad para los productores argentinos que puedan certificar la calidad de su miel y cumplir con estos estándares. Asimismo, el bajo consumo interno en Argentina, de tan solo 156 gramos per cápita, según el informe de IndexBox (14), que monitoreó el consumo de 2012 a 2023, nos sugiere la necesidad de fomentar el mercado doméstico para reducir la dependencia de las exportaciones.

En este contexto, la innovación en el sector apícola no solo se orienta a mejorar la experiencia del apicultor y facilitar su trabajo, sino a diferenciarse en un mercado global competitivo donde la sostenibilidad y la tecnología son cada vez más relevantes. Integrar prácticas que optimicen el manejo del apiario y aumenten el control sobre las operaciones permitirá a los apicultores expandirse y adaptarse mejor a las demandas del mercado. Esto, a su vez, no solo mejorará la productividad y rentabilidad del sector, sino que posicionará a Argentina como un referente en la producción de miel de calidad en el mercado internacional.

14. La Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) es un tratado internacional adoptado en 1992 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, cuyo objetivo principal es promover la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la distribución justa y equitativa de los beneficios.

15. IndexBox es una plataforma de análisis de mercado que proporciona informes detallados sobre diversas industrias, incluyendo la apicultura y el mercado de la miel. Su objetivo es ofrecer información sobre tendencias de producción, consumo, precios, importaciones y exportaciones a nivel mundial y nacional.

3.1.2 Fluctuaciones

El sector apícola mundial ha experimentado fluctuaciones significativas en su producción y comercio, influenciado por diversos factores que varían según la región. Las condiciones climáticas extremas, como sequías prolongadas y lluvias excesivas, han impactado la floración de las plantas, reduciendo la disponibilidad de néctar y, por lo tanto, la producción de miel. Estas condiciones afectan tanto a la producción local como a la calidad de la miel, que a su vez influye en la capacidad de los países para acceder a mercados internacionales.

La expansión agrícola y el uso intensivo de agroquímicos han sido factores críticos a nivel global. El uso de pesticidas y herbicidas ha tenido un impacto negativo en la salud de las colonias de abejas y en la calidad del producto final, lo que ha llevado a restricciones en la exportación debido a preocupaciones sobre la contaminación. En este contexto, países productores tradicionales como Argentina, Brasil, India y México han visto una reducción en su cuota de mercado global, mientras que la competencia internacional ha aumentado.

Además, la volatilidad de los precios internacionales de la miel ha creado incertidumbre en el mercado global. Los precios pueden fluctuar debido a cambios en la oferta y la demanda, así como a las políticas comerciales internacionales. Esta situación obliga a los apicultores a adaptarse rápidamente, buscando maneras de mejorar la eficiencia en la producción y el manejo de las colmenas, así como a diversificar sus mercados para mitigar riesgos.

A pesar de estos desafíos, el sector apícola global tiene un potencial considerable para el crecimiento y la innovación. La incorporación de tecnologías avanzadas, como sistemas de monitoreo en tiempo real y mejoras en la trazabilidad, puede ayudar a mejorar la calidad del producto y la eficiencia en la producción. Además, la creciente conciencia sobre la importancia de las abejas para la polinización y la salud del ecosistema está impulsando el interés en prácticas apícolas sostenibles y en la protección de las poblaciones de abejas. Con una gestión adecuada y la adopción de nuevas tecnologías, el sector apícola global puede superar estos desafíos y aprovechar las oportunidades para fortalecer su posición en el mercado internacional.

3.1.3 Estrategias para posicionamiento de miel

Avanzar sobre la valorización de otros productos de la colmena, deben diseñarse también mecanismos para que parte de ese valor sea apropiado por el apicultor, y no únicamente por industrias procesadoras, ya que de lo contrario la ecuación económica siempre incentivará al apicultor hacia la producción de miel únicamente. En lo referido a la adopción de nuevas tecnologías, cabe señalar que gran parte de los apicultores encuentra dificultades en ello. Es baja la porción que desarrolla la apicultura en términos profesionales y se encuentra en la frontera tecnológica (11% de los apicultores del país). Este hecho puede estar ligado a que en muchos casos se han realizado acciones de promoción que consideraban a la actividad como un paliativo para problemas socioeconómicos, lo que muchas veces dificulta el desarrollo de la actividad como un negocio competitivo. Por este motivo es que para aumentar los índices de aplicación de las mejores tecnologías disponibles en manejo y las que vendrán, es necesario trabajar con mayor intensidad en la transferencia tecnológica a los apicultores.

Las escasas estadísticas sobre el sector, y el consiguiente déficit de información, también resulta un obstáculo para el diseño que promueva la innovación productiva y el desarrollo tecnológico del sector. Sin dudas, las mayores limitantes para la Argentina se encuentran en lo referido a avanzar sobre el agregado de valor dentro de la cadena. La caracterización y colocación de mieles diferenciadas en el mercado, el fraccionamiento de mieles; y el desarrollo de otros productos de la colmena y sus derivados, son temas que si bien se encuentran desde hace años en la agenda del sector no han logrado imponerse en la realidad del mismo. Esto se vincula a una dependencia del sendero previo, dado que las capacidades desarrolladas localmente se sesgan hacia la obtención de miel de calidad sin diferenciación, destinada solo a la exportación a granel.

No obstante, el sector apícola local ha demostrado su capacidad de adaptación e innovación para satisfacer demandas de mercado, lo que explica que existan otros factores que no permiten dar el salto de la actividad hacia una dinámica de mayor agregado de valor local. En lo referido al desarrollo de otros productos de la colmena, si bien tienen mayor valor unitario, falta escala tanto del lado de la oferta como del de la demanda para poder organizar una producción local sostenida. Se genera así un círculo vicioso ya que el bajo volumen de producción dificulta la apertura de canales comerciales, a la vez que la baja demanda efectiva no permite el aumento de los volúmenes de producción.

El mercado interno de este tipo de productos es casi inexistente y si bien a nivel mundial estos se demandan y tienen alto valor, abrir canales de exportación es muy complejo, sumado a todas las complejidades burocráticas de exportar. En cuanto al fraccionamiento, es una alternativa para agregar valor pero no resulta fácil avanzar sobre este eslabón de la cadena si no se gana escala de consumo local. A los exportadores no les interesa fraccionar ya que no ven en el mercado internacional oportunidades de negocio tan claras para la miel fraccionada y de igual rentabilidad que en la miel a granel. Por lo que esta alternativa pasa a ser una salida para pequeños y medianos productores los cuales hoy se enfrentan a una capacidad instalada ociosa la cual no pueden ocupar dada la falta de demanda.

Para poder colocar miel fraccionada en Europa y Medio Oriente, Argentina debería desplazar del mercado productos franceses, italianos y alemanes, lo cual requiere de fuertes campañas de desarrollo y posicionamiento de productos con este objetivo y una política sectorial que dirija esfuerzos a re-posicionar a la Argentina como productor de miel fraccionada de calidad. Tal vez una limitante que ha truncado el desarrollo de estos canales comerciales, haya sido producir miel fraccionada para el mercado internacional envasando la misma miel destinada a la venta a granel. Hecho que hizo imposible competir con los grandes industrializadores. En cambio una alternativa para el desarrollo de mercados sería fraccionar mieles diferenciadas, en lo que se cree existe un amplio potencial de demanda tanto interno como externo, y nichos de mercado los cuales pueden ocuparse con menores barreras a la entrada que las de las mieles “blendeadas”. Para avanzar en la diferenciación es necesario conocer mejor los mercados, ya que existe un desconocimiento de las mieles que se consumen en los mercados de destino, y tampoco existen estudios de mercado locales que brinden información de las oportunidades de venta de miel diferenciada a nivel local.

3.1.4 Desafío local

El sector apícola argentino enfrenta grandes desafíos para los próximos años, siendo crucial revertir la tendencia decreciente en la producción de miel y superar los volúmenes alcanzados, según datos de la FAO, la producción alcanzó un máximo histórico de aproximadamente 110,000 toneladas en 2005, pero ha disminuido desde entonces, con cifras que en 2022 fueron de alrededor de 70,437 toneladas. Para lograrlo, será esencial desarrollar un paquete tecnológico que permita a los apicultores locales convivir con una agricultura en expansión, preservando la calidad de sus productos y superando las crecientes barreras que impone el mercado internacional de alimentos.

Sin embargo, el desafío no se limita únicamente a aumentar la producción, sino también a mejorar la experiencia del apicultor, optimizando sus procesos y asegurando su capacidad de proteger su inversión en un entorno apícola cada vez más competitivo. Los apicultores necesitan herramientas que les ofrezcan beneficios tangibles e intangibles, que no solo hagan su trabajo más fácil y productivo, sino que también les otorguen un control sin precedentes sobre sus operaciones. Estos beneficios, claramente percibidos y valorados por los productores, no solo contribuirán a que puedan mantenerse competitivos, sino que también aumentarán la satisfacción con su trabajo y reforzarán su compromiso con prácticas sostenibles.

Además de mejorar la eficiencia de la producción de miel, otro aspecto clave será agregar valor a los productos apícolas y consolidar una imagen de calidad en el mercado internacional. Para ello, será necesario que la producción local se distinga no solo por sus volúmenes, sino por su capacidad para cumplir con los estándares de calidad y trazabilidad exigidos por los consumidores globales. La diferenciación en un mercado internacional cada vez más exigente, donde la tecnología y la sostenibilidad juegan un papel fundamental, es un paso crucial para asegurar la competitividad de la apicultura argentina.

El desarrollo de un mercado interno que valore los productos apícolas será también fundamental. Promover entre los consumidores locales las bondades de los diferentes productos de la colmena, desde la miel hasta la cera y el propóleo, contribuirá a una mayor demanda y reconocimiento del valor de la apicultura. Este enfoque no solo permitirá una mayor estabilidad para los apicultores, sino que también posicionará a Argentina como un referente global, no solo por su producción de miel, sino por su liderazgo en genética, manejo y tecnología apícola.

La difusión de las bondades de la polinización representa una oportunidad no solo para el sector apícola, sino también para la agricultura y ganadería del país. Los beneficios de una polinización eficaz, impulsada por la apicultura, pueden mejorar significativamente la producción agrícola, subrayando el rol fundamental de las abejas en los ecosistemas agrícolas del país. En este contexto, el apicultor argentino no solo enfrentará el desafío de producir más y mejor, sino también de hacerlo de manera sostenible, integrando la tecnología y el conocimiento necesarios para preservar el equilibrio entre apicultura y agricultura.

3.1.5 Tendencias globales de producción y consumo

En la actualidad, el impacto del cambio climático y la creciente preocupación por la sostenibilidad están transformando la forma en que producimos y consumimos alimentos, incluyendo la apicultura. Este cambio de enfoque hacia una producción más responsable y respetuosa con el medio ambiente está influyendo profundamente en la manera en que manejamos las colmenas y los productos apícolas.

La demanda por productos sostenibles está en aumento, y los consumidores se están volcando cada vez más hacia alimentos que no solo sean beneficiosos para su salud, sino que también sean producidos de manera ética y respetuosa con el entorno. Según Euromonitor Internacional (16), los consumidores buscan cada vez más productos que cumplan con altos estándares de sostenibilidad, lo que está llevando a los apicultores a adoptar métodos que minimizan el impacto ambiental. Esto incluye el uso de prácticas orgánicas y la implementación de tecnologías que permiten un monitoreo más preciso de la salud de las colonias, reduciendo el estrés en las abejas y mejorando la eficiencia en la producción.

Además, los apicultores están enfrentando desafíos derivados del cambio climático, como cambios en los patrones de floración y el aumento de enfermedades y plagas. Para mitigar estos efectos, se están desarrollando estrategias de manejo que refuercen la resistencia de las colonias y promuevan la conservación de los hábitats naturales. Esto asegura que las abejas tengan acceso a recursos necesarios para su salud y productividad, lo que, a su vez, mejora la calidad de los productos apícolas.

Los consumidores también están cada vez más interesados en conocer el origen y la sostenibilidad de los productos que compran. La transparencia en la cadena de suministro y la adopción de certificaciones que garanticen prácticas responsables están ganando relevancia. Las personas buscan productos que no solo sean buenos para su salud, sino que también respeten el medio ambiente. Euromonitor (16) Internacional destaca que esta tendencia está llevando a los productores a ser más conscientes de sus prácticas y a comunicar mejor sus compromisos con la sostenibilidad.

16_Euromonitor Internacional es una de las principales empresas globales de investigación de mercado y análisis estratégico. Fundada en 1972, proporciona datos y análisis sobre tendencias de mercado, comportamiento del consumidor y factores económicos y sociales.

La apicultura está en medio de una transformación impulsada por la demanda de prácticas más sostenibles y responsables. Los apicultores están adoptando nuevas tecnologías y enfoques para enfrentar los desafíos ambientales y mejorar la calidad de sus productos, mientras que los consumidores están cada vez más atentos a la sostenibilidad y la ética en la producción de alimentos. Este cambio hacia una producción y consumo más responsables es fundamental para garantizar la salud de nuestras abejas, la calidad de los productos apícolas y, en última instancia, la sostenibilidad de nuestros sistemas alimentarios.

3.2 Impactos en las cadenas de valor

La cadena de valor en la apicultura argentina es un entramado complejo que impacta significativamente en la economía rural y en el mercado internacional. Los factores que influyen en cada eslabón de esta cadena van desde la producción primaria hasta la comercialización, y cada etapa enfrenta desafíos y oportunidades que afectan tanto a pequeños productores como a grandes exportadores.

Uno de los principales impactos en la cadena de valor es la variabilidad en los precios internacionales de la miel, lo que genera incertidumbre en los ingresos de los apicultores. Esta inestabilidad se ve exacerbada por la dependencia de los productores argentinos en mercados extranjeros, especialmente en la Unión Europea y Estados Unidos, que son grandes importadores de miel argentina. La fluctuación en la demanda y las barreras arancelarias o normativas de calidad pueden alterar significativamente la rentabilidad de los productores, impactando en la inversión y la capacidad de mejorar las técnicas de producción.

Por otro lado, los costos asociados a la producción apícola, como los insumos, el transporte y la tecnología, afectan directamente la competitividad de los productores. Las innovaciones tecnológicas, como los sistemas de monitoreo digital y las colmenas inteligentes, ofrecen el potencial de optimizar la producción y reducir los costos a largo plazo. Sin embargo, el acceso a estas tecnologías es limitado, especialmente para los apicultores más pequeños, debido a los altos costos iniciales y la falta de infraestructura en áreas rurales. Esto genera una brecha tecnológica que impacta la eficiencia y la productividad de buena parte del sector, limitando su capacidad de competir en igualdad de condiciones.

La sostenibilidad también se ha convertido en un aspecto crucial en la cadena de valor apícola, dado el impacto ambiental que puede generar la apicultura intensiva y los desafíos relacionados con el cambio climático. Las prácticas apícolas más sostenibles no solo mejoran la salud de las abejas, sino que también potencian la calidad de los productos apícolas. La demanda global de productos con certificaciones orgánicas o sostenibles está en aumento, lo que puede generar mayores oportunidades para los apicultores que adopten estas prácticas. Sin embargo, la transición hacia una apicultura más sostenible requiere inversiones en conocimiento y tecnología, lo que nuevamente presenta un obstáculo para muchos productores.

Además, la integración de productos derivados, como el polen y el propóleo, en la cadena de valor abre nuevas oportunidades de diversificación para los apicultores, permitiéndoles generar ingresos adicionales. Sin embargo, la falta de infraestructura adecuada para el procesamiento y la comercialización de estos productos limita el desarrollo de estos subsectores. Para mejorar esta situación, se requieren políticas que promuevan el acceso a mercados diferenciados y apoyen la diversificación de la producción.

El INTA y Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca del Ministerio de Economía han desempeñado un papel clave al proporcionar asistencia técnica y fomentando la innovación, pero la falta de recursos suficientes para implementar estas innovaciones a gran escala sigue siendo un obstáculo. De esta manera, los impactos en la cadena de valor no solo afectan la rentabilidad inmediata de los apicultores, sino también la capacidad del sector para crecer y consolidarse como un actor competitivo en el mercado global.

3.2.1 Productos y sus derivados

La apicultura no solo se limita a la producción de miel, sino que involucra una amplia gama de productos que tienen aplicaciones en diversas industrias, lo que aporta un valor económico significativo a lo largo de toda la cadena de producción. En primer lugar, la miel, que es el producto más conocido, no es un producto homogéneo. Existen diferentes variedades que dependen de la flora que las abejas visitan, lo que da lugar a mieles multiflorales y monoflorales. Estas variedades no solo difieren en sabor y color, sino que también tienen diferentes usos, tanto alimentarios como medicinales. Por ejemplo, la miel de eucalipto es reconocida por sus propiedades para aliviar problemas respiratorios.

Además de la miel, otro producto importante es la cera de abejas, que tiene aplicaciones en la industria cosmética, en la fabricación de cremas y bálsamos por sus propiedades hidratantes, y en la industria farmacéutica para la elaboración de pomadas. También se utiliza en la fabricación de velas naturales y como recubrimiento en alimentos como el queso, demostrando su versatilidad.

El polen, otro subproducto de la apicultura, es valorado principalmente como suplemento alimenticio por su alto contenido en proteínas, vitaminas y minerales. Este producto es muy apreciado tanto en la alimentación humana como en algunos sectores de la industria cosmética, por sus propiedades antioxidantes, y en la alimentación animal como suplemento nutritivo.

Por otro lado, el propóleo es una sustancia resinosa recolectada por las abejas que tiene fuertes propiedades antibacterianas y antiinflamatorias, lo que la convierte en un ingrediente clave en jarabes, pastillas y productos para el cuidado de la piel. Su uso se extiende tanto a la industria farmacéutica como a la cosmética, debido a su capacidad para proteger y regenerar tejidos.

La jalea real, aunque producida en menores cantidades, es altamente valiosa por sus propiedades nutritivas y revitalizantes, utilizándose como suplemento alimenticio para mejorar la energía y el bienestar general y, en el ámbito cosmético, como ingrediente en cremas anti-envejecimiento debido a sus propiedades regeneradoras.

Un producto menos conocido pero igualmente importante es la apitoxina, o veneno de abeja, que se utiliza en la apiterapia para tratar dolencias inflamatorias, como la artritis. La industria farmacéutica también ha encontrado en la apitoxina un valioso recurso para el desarrollo de productos antiinflamatorios y analgésicos.

Otros subproductos, como la cera opercular, que es la cera pura utilizada por las abejas para sellar las celdas de miel, se utilizan en la cosmética y en la industria alimentaria. Además, productos como la miel en panal ofrecen una experiencia natural al consumidor, mientras que la miel cremosa, procesada mediante un batido para obtener una textura más densa, se utiliza en productos gourmet.

Toda esta diversidad de productos y subproductos de la apicultura demuestra la importancia de esta actividad más allá de la simple producción de miel. Cada uno de estos productos tiene un impacto económico en la cadena de valor, ya que no solo se destinan al consumo directo, sino que también nutren otras industrias, abriendo oportunidades para los apicultores que logran diversificar su oferta. Sin embargo, maximizar el valor de esta actividad requiere de innovación tecnológica y mejores prácticas productivas para garantizar la calidad y la trazabilidad que demandan los mercados internacionales.

3.2.2 Rendimientos marginales crecientes

Cuando hablamos de rendimientos marginales crecientes, nos referimos a un fenómeno económico donde, al invertir en una actividad, las primeras unidades adicionales de esa inversión generan un aumento más que proporcional en los beneficios o resultados. Este concepto puede aplicarse de manera clara en la apicultura, especialmente cuando integramos la tecnología de precisión.

En el contexto de la apicultura de precisión, la incorporación de nuevas tecnologías, como colmenas inteligentes equipadas con sensores, tiende a generar rendimientos marginales crecientes al principio. Esto significa que, al introducir estas tecnologías, los apicultores pueden ver mejoras significativas en su producción.

Estos sistemas permiten monitorear en tiempo real variables clave como la temperatura, la humedad y el peso de la colmena, lo que ayuda a tomar decisiones más rápidas y eficientes para mejorar la salud de las abejas y el rendimiento de los productos. Por ejemplo, un apicultor que invierte en tecnología de monitoreo probablemente verá que su primera inversión en sensores y dispositivos trae grandes beneficios. Puede detectar rápidamente problemas en las colmenas, como cambios bruscos en la temperatura o el peso, y reaccionar a tiempo para evitar la pérdida de abejas o la disminución de la producción de miel. Esto se traduce en un crecimiento más que proporcional de la productividad y la eficiencia en la gestión de la colmena. Es decir, por cada nuevo sensor o tecnología aplicada, el apicultor obtiene un mayor rendimiento.

Sin embargo, los rendimientos marginales crecientes no son infinitos. Después de un cierto punto, la incorporación de más tecnología o la inversión adicional puede no generar los mismos beneficios desproporcionados que al principio. Esto sucede porque hay barreras que limitan los beneficios adicionales, como los altos costos de inversión inicial, mantenimiento y soporte técnico, o la falta de conectividad en áreas remotas, especialmente en el caso de apicultores que practican la apicultura nómada.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la falta de formación en tecnología avanzada entre algunos apicultores puede limitar el uso eficiente de estos sistemas, lo que eventualmente reduce el impacto positivo que podrían tener. Además, las diferencias en la construcción de colmenas y las especies de abejas también afectan cómo y dónde se pueden aplicar estas tecnologías, lo que puede frenar los beneficios esperados.

Por otro lado, en la cadena de valor apícola, los rendimientos marginales crecientes también pueden observarse en la producción y comercialización de productos derivados de la miel, como cosméticos, productos medicinales o suplementos alimenticios. Al principio, la innovación en el uso de estos derivados puede generar grandes beneficios, pero, a medida que el mercado se satura o que los costos de producción superan los beneficios, los rendimientos comienzan a ser menores. Los rendimientos marginales crecientes juegan un papel clave en la apicultura de precisión y la cadena de valor apícola. Al principio, la adopción de nuevas tecnologías y productos puede generar grandes beneficios, pero es crucial gestionar adecuadamente la inversión y superar las barreras tecnológicas para maximizar los rendimientos a largo plazo.

3.3 Polinización y Agricultura

La polinización y la agricultura están intrínsecamente conectadas, ya que muchos de los cultivos que constituyen la base de nuestra alimentación dependen de la actividad de los polinizadores. La polinización es el proceso mediante el cual se transfiere el polen de las partes masculinas de las flores a las partes femeninas, permitiendo la fecundación y, posteriormente, la formación de frutos y semillas. Este proceso, fundamental para la reproducción de las plantas, es llevado a cabo principalmente por insectos como abejas, abejorros, mariposas, y otros animales como colibríes y murciélagos.

En la agricultura, los polinizadores son cruciales porque muchas plantas cultivadas no podrían reproducirse de manera efectiva sin su intervención. De hecho, se estima que alrededor del 70% de los cultivos incrementan su rendimiento cuando son visitados por polinizadores. Sin embargo, no todos los cultivos dependen igualmente de este proceso; cultivos como el trigo, el arroz o el maíz, que representan una parte considerable de la producción agrícola mundial, son polinizados principalmente por el viento. Por otro lado, algunos cultivos como el cacao, la vainilla y las cucurbitáceas (zapallos, melones, etc.) dependen en gran medida de los polinizadores para su producción.

La ausencia o disminución de polinizadores puede tener un impacto directo en la cantidad y calidad de los cultivos. Si los polinizadores son escasos, la polinización puede fallar, resultando en una menor cantidad de frutos o semillas, afectando tanto la producción agrícola como la biodiversidad.

Esta situación ya es preocupante, ya que en muchas partes del mundo se observa una disminución en la abundancia y diversidad de polinizadores debido a factores como el cambio en el uso de la tierra, la intensificación agrícola y el uso excesivo de agroquímicos. La polinización no solo es esencial para el mantenimiento de la biodiversidad, sino que también tiene un papel fundamental en la agricultura moderna. La protección y promoción de los polinizadores son, por tanto, vitales para asegurar la productividad agrícola y la sostenibilidad de los ecosistemas.

3.3.1 Rendimientos en cultivos específicos

La polinización es un proceso esencial para muchos cultivos agrícolas, ya que muchos dependen directamente de los insectos polinizadores para producir frutos de manera efectiva. Entre los cultivos más dependientes se encuentran la manzana, el kiwi, el arándano y los almendros, todos los cuales requieren la acción de insectos, especialmente las abejas, para garantizar una polinización exitosa.

Según el estudio realizado por Marcos Miñarro Prado (17) y Daniel García (18), publicado en el paper "*Sin insectos no hay frutos ni beneficios*", demostraron que, sin la intervención de los polinizadores, la producción de estos cultivos sería mínima o, en algunos casos, inexistente. Por ejemplo, en el caso de las manzanas, la contribución de los insectos polinizadores varía entre un 97,4% y un 100%, dependiendo de la variedad. Sin polinización por insectos, las flores no se fecundan correctamente, lo que da lugar a una producción muy baja de frutos. El arándano, con una contribución de polinizadores del 98,9%, también depende en gran medida de este proceso para su producción. En el kiwi, los polinizadores aportan aproximadamente un 78,5% a la cosecha, aunque parte de su polen puede ser transportado por el viento, los insectos son fundamentales para asegurar una producción abundante y de calidad.

Por otro lado, los almendros son otro ejemplo claro de dependencia de la polinización. Este cultivo florece a principios de la primavera, y su producción está estrechamente ligada a la actividad de las abejas. Alrededor del 90% de la producción de almendras depende de la polinización realizada por abejas melíferas, que garantizan la polinización cruzada entre flores de diferentes árboles, lo que maximiza la producción. Sin este proceso, el rendimiento de los almendros disminuiría drásticamente, afectando tanto la cantidad como la calidad de las almendras.

Se subraya que la polinización de cultivos como la manzana, el kiwi y el arándano depende casi exclusivamente de los insectos. Los autores detallan que, sin la actividad de estos polinizadores, la producción agrícola en estos cultivos disminuiría enormemente, destacando la importancia de protegerlos para garantizar la sostenibilidad agrícola.

En términos económicos, la falta de polinizadores en estos cultivos no solo reduciría la producción de frutos, sino que también afectaría la calidad, lo que impactaría directamente en la rentabilidad de los agricultores. Esto subraya la importancia de proteger y promover la actividad de los polinizadores, no solo por su papel en la biodiversidad, sino también por su contribución esencial a la seguridad alimentaria y a la economía agrícola. Sin polinizadores, cultivos clave como la manzana, el kiwi, el arándano y los almendros verían comprometida su producción, lo que tendría graves consecuencias tanto para los agricultores como para los consumidores. Este vínculo entre polinización y agricultura destaca la necesidad de adoptar prácticas sostenibles que protejan a los polinizadores y aseguren su función vital en los ecosistemas agrícolas.

17_Marcos Miñarro Prado trabaja en el Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales en el Programa de Investigación en Fruticultura del SERIDA (Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario), una institución en Asturias, España.

18_Daniel García García es profesor en el Departamento de Biología de Organismos y Sistemas en la Universidad de Oviedo y forma parte de la Unidad Mixta de Investigación en Biodiversidad (UMIB).

3.4 Industria, empleo y desarrollo

La apicultura, una actividad clave tanto para la producción de miel como para la polinización de cultivos, muestra una evolución constante que destaca sus desafíos y oportunidades. Según el análisis tecnológico y prospectivo sectorial realizado por María Soledad Ferrari en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva en 2017, la apicultura en Argentina puede generar hasta 100.000 puestos de trabajo durante las épocas de cosecha. Sin embargo, gran parte de estos empleos son familiares o temporarios, y no siempre están formalmente registrados. De acuerdo con los datos disponibles, la productividad del trabajo en el sector se estima en aproximadamente 1.800 USD anuales por puesto, esto se traduce en unos 2.250.000 ARS anuales por puesto, equivalente a unos 187.500 ARS mensuales al día de hoy. Este cálculo sugiere que los puestos de trabajo podrían no ser completamente genuinos o estar sobreestimados, lo que plantea dudas sobre la estabilidad y calidad del empleo en el sector.

En Argentina, el empleo en la apicultura no solo abarca los trabajos directos en las colmenas, sino también una red de empleos indirectos en comercios y proveedores de insumos, especialmente en el interior del país. Esta red de soporte es esencial para la actividad, aunque el acceso a tecnología avanzada sigue siendo limitado. Solo el 11% de los apicultores en Argentina, que representan el 33% de la producción de miel, operan a nivel tecnológico alto. La falta de acceso a tecnología de punta entre la mayoría de los apicultores subraya una brecha significativa en el sector.

En términos de tecnología y calidad, Argentina se encuentra a la vanguardia global en varios aspectos. El país cuenta con genética de abejas de alta calidad, productos veterinarios avanzados y tecnologías de extracción competitivas a nivel internacional. Las iniciativas del INTA y de universidades nacionales han establecido estándares de calidad y trazabilidad reconocidos globalmente, mejorando tanto los resultados físicos como económicos de la apicultura. Además, Argentina fue pionera en la implementación de una guía de buenas prácticas de manufactura específicas para el sector, que ha sido adoptada por otros países. A pesar de estos avances, persisten desafíos significativos. La apicultura en Argentina enfrenta problemas como el mal uso de productos veterinarios, falta de planificación y modelos de gestión, y una baja adopción de tecnologías por parte de muchos productores. Estos problemas han limitado la capacidad de algunos apicultores para aprovechar completamente las innovaciones tecnológicas disponibles.

En cuanto a la polinización, la apicultura tiene un impacto económico considerable. En Estados Unidos, se estima que el valor de la producción agrícola obtenida a través de la polinización de abejas asciende a 15.000 millones de dólares anuales. Extrapolando estos datos a Argentina, el valor potencial de los servicios de polinización podría alcanzar hasta 17.000 millones de USD, reflejando la gran importancia y el potencial económico de estos servicios.

Sin embargo, la falta de tecnología específica para la trashumancia y la necesidad de mejorar los procesos de pasteurización y envasado siguen siendo limitaciones importantes. La tecnología para la trashumancia, por ejemplo, está subutilizada y la falta de automatización en las salas de extracción requiere de un equipo considerable de operarios. La apicultura está en un proceso de evolución constante, enfrentando tanto oportunidades como desafíos. La necesidad de una mayor capacitación, la adopción de nuevas tecnologías y la mejora en la gestión son cruciales para enfrentar los problemas actuales y asegurar un futuro sostenible y próspero para la actividad. La industria debe adaptarse a estos cambios para maximizar su potencial y mantener su relevancia tanto a nivel nacional como internacional.

3.4.1 Perfil del empresario apicultor

En el ámbito de la apicultura, el perfil de un empresario apicultor es variado y depende en gran medida de la escala de la operación, la ubicación geográfica y las metas personales. Sin embargo, hay características y prácticas comunes que definen a muchos en esta profesión, especialmente en Argentina.

Los empresarios apícolas suelen tener una fuerte conexión con la naturaleza y una pasión por las abejas y su bienestar. A menudo, comienzan en la apicultura por interés personal o familiar, y su experiencia se desarrolla con el tiempo. En general, se requiere un conocimiento profundo de la biología de las abejas, el manejo de colmenas, la producción de miel y la gestión de enfermedades y plagas.

En términos de manejo, los apicultores pueden operar a pequeña o gran escala. A nivel pequeño, un apicultor puede manejar entre 20 y 100 colmenas, centrando su actividad en la producción local de miel y otros productos apícolas. En este caso, la operación suele ser más manual y personalizada, con una atención especial a cada colmena. Los apicultores de menor escala tienden a involucrarse directamente en todos los aspectos del manejo, desde la cosecha de miel hasta el control de calidad y la comercialización. En contraste, los apicultores a gran escala, que pueden manejar desde 500 hasta más de 1,000 colmenas, suelen tener una estructura más organizada y profesionalizada. En estos casos, es común que empleen a trabajadores para ayudar con las tareas diarias, como la inspección de colmenas, la recolección de miel y el mantenimiento del equipo. Estos apicultores a menudo emplean tecnologías avanzadas para monitorear las condiciones dentro de las colmenas y optimizar la producción. La gestión de grandes cantidades de colmenas implica una planificación meticulosa y un enfoque logístico sólido para la cosecha y el transporte de miel.

La labor diaria en una operación apícola involucra una serie de tareas técnicas y administrativas. Los apicultores deben asegurarse de que las colmenas estén saludables, lo que incluye la vigilancia constante de las condiciones internas, la prevención y el tratamiento de enfermedades y plagas, y la gestión de la alimentación y la reproducción de las colonias. La cosecha de miel y otros productos apícolas, como la cera y el polen, requiere precisión y cuidado para mantener la calidad.

La infraestructura juega un papel crucial en el manejo de las operaciones apícolas. Las instalaciones de extracción y almacenamiento deben ser adecuadas para manejar grandes volúmenes de miel y otros productos, y los equipos utilizados deben estar en buen estado para evitar pérdidas y garantizar la eficiencia. Los apicultores a gran escala suelen contar con maquinaria especializada para la extracción de miel, la pasteurización y el envasado, mientras que los apicultores más pequeños pueden utilizar equipos más simples y manuales. La logística también es un aspecto importante, especialmente para aquellos que practican la apicultura migratoria, trasladando las colmenas para aprovechar diferentes fuentes de néctar a lo largo del año. Esto requiere un transporte adecuado y una planificación cuidadosa para minimizar el estrés en las abejas y asegurar una transición suave entre ubicaciones.

El perfil del empresario apicultor también incluye habilidades en gestión empresarial, deben manejar las finanzas de su operación, incluyendo los costos de insumos, mantenimiento del equipo, y la comercialización de los productos. Esto puede ser un desafío, especialmente para aquellos que operan en pequeña escala y no tienen acceso a recursos financieros o técnicos avanzados.

En Argentina, la apicultura se encuentra en una etapa de desarrollo que combina elementos tradicionales y modernos. La calidad de la miel argentina es reconocida a nivel internacional, y el país está a la vanguardia en términos de tecnologías de producción y regulación de calidad. Sin embargo, los apicultores enfrentan desafíos como el acceso limitado a tecnologías avanzadas y la necesidad de adaptar las prácticas a las condiciones locales. A medida que el sector evoluciona, la formación continua y la adopción de nuevas tecnologías serán claves para el éxito de los empresarios apícolas en el país.

3.4.2 Condiciones laborales y seguridad

Las condiciones laborales en la apicultura, tanto a nivel local en Argentina como a nivel mundial, presentan una serie de desafíos específicos debido a la naturaleza física y, a veces, riesgosa de la actividad.

La apicultura no está exenta de riesgos, y es fundamental que los trabajadores adopten medidas preventivas y sigan protocolos de seguridad para minimizar accidentes y garantizar un ambiente de trabajo seguro. A nivel global, la seguridad en la apicultura abarca una amplia gama de riesgos, como caídas, sobreesfuerzos, golpes por objetos y herramientas, inhalación de humos y productos químicos, y accidentes causados por seres vivos, principalmente las abejas. Estos riesgos pueden ser exacerbados por condiciones extremas de temperatura, ya que el trabajo suele realizarse al aire libre. A nivel local, en Argentina, los apicultores enfrentan estos mismos desafíos y otros relacionados con la infraestructura y la logística, como el transporte de colmenas y la manipulación manual de cargas, lo cual puede implicar un esfuerzo físico considerable.

Un aspecto importante en la actividad apícola es el uso de equipos de protección individual (EPI), que incluye monos, caretas, guantes y calzado adecuado. El equipo debe ser de colores claros, generalmente blanco, para minimizar el riesgo de provocar a las abejas. A pesar de estas medidas, las picaduras son un riesgo inevitable, y es crucial que los trabajadores sepan cómo manejar las abejas con precaución y cuenten con capacitación adecuada en primeros auxilios, especialmente en el uso de antihistamínicos para tratar reacciones alérgicas.

En el caso específico de Argentina, las condiciones laborales también están influenciadas por la informalidad en el sector. Según estudios y análisis previos, gran parte del trabajo apícola es familiar o temporario, y no siempre está registrado formalmente. Esto plantea dificultades adicionales en términos de seguridad laboral, ya que en muchos casos no se siguen los protocolos establecidos por la legislación vigente. Sin embargo, los esfuerzos para regular la actividad a través de normativas como el RENAPA (Registro Nacional de Productores Apícolas) y la adopción de guías de buenas prácticas han comenzado a mejorar estas condiciones.

En cuanto a la seguridad en el transporte de colmenas, tanto en Argentina como en otros países, es recomendable que este se realice de noche para evitar estrés en las abejas y posibles accidentes con la población cercana. Las colmenas deben estar bien cerradas durante el transporte para prevenir la fuga de abejas. Además, es necesario que el vehículo esté identificado con carteles que adviertan del transporte de animales vivos, según lo estipulado en la normativa de seguridad apícola.

La capacidad del personal es otro tema relevante. Los trabajadores deben estar debidamente capacitados para manipular las colmenas de manera segura y deben conocer los riesgos asociados a su labor. Además, deben recibir formación en el manejo de productos químicos, como los ácidos orgánicos utilizados en la apicultura, que deben almacenarse de manera segura para evitar accidentes.

Otro aspecto clave en la seguridad laboral es la coordinación de actividades. En los asentamientos apícolas, sobre todo aquellos ubicados en montes públicos o compartidos con otras actividades, es fundamental la coordinación entre las distintas empresas o actores que operan en la misma área. Esta coordinación ayuda a evitar interferencias y a garantizar que todos los implicados conozcan los riesgos y las medidas de seguridad.

El manual de seguridad laboral en la actividad apícola, que fue elaborado por la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de España, también menciona la importancia de las medidas preventivas frente a incendios forestales, un riesgo particular para quienes trabajan en zonas rurales o boscosas. El uso de ahumadores, necesarios para manejar las abejas, debe realizarse con extrema precaución, asegurándose de que el fuego esté siempre bajo control y que haya un extintor o depósito de agua cercano para emergencias. Las condiciones laborales en la apicultura requieren una atención constante a la seguridad, con énfasis en la capacitación del personal, el uso adecuado de equipos de protección, la prevención de accidentes y la coordinación en lugares compartidos. A nivel global, los desafíos son similares, aunque en Argentina la informalidad en el trabajo y la falta de adopción universal de las tecnologías y protocolos más avanzados pueden agravar los riesgos laborales en este sector.

4

Apicultura Inteligente: Innovación y Tecnología en la Gestión de Colmenas

4.1 Apicultura de precisión

Uno de los retos más cruciales de este siglo, y probablemente del próximo, es la conservación de la biodiversidad a nivel global. En este contexto, los insectos han captado una atención significativa debido a su declive reportado tanto a nivel local como global. Entre ellos, los polinizadores desempeñan un papel fundamental; de hecho, pueden incrementar la producción del 75% de las especies de cultivos más importantes y contribuyen al 35% del suministro mundial de alimentos para el ser humano (publicación del WEF (19), el 9 de Diciembre de 2019 titulado *75% of crops depend on pollinators - they must be protected*). Si bien se pueden desarrollar estrategias a mediano y largo plazo para mitigar el declive de los polinizadores silvestres, una solución a corto plazo es aumentar la población de polinizadores cultivados, especialmente las abejas melíferas (*Apis mellifera*).

En este contexto, las abejas y los apicultores son recursos vitales para la sostenibilidad del planeta. Las abejas, al desempeñar un rol esencial en la polinización, aseguran la biodiversidad y la producción de alimentos; mientras que los apicultores, mediante sus prácticas de manejo, juegan un papel crucial en la protección y conservación de la salud y supervivencia de estas especies.

La "apicultura de precisión" (PB), como la define Zacepins (20), es una estrategia de manejo de apiarios que se basa en el monitoreo de colonias individuales de abejas para optimizar el uso de recursos y aumentar la productividad. Este enfoque representa una evolución en la apicultura, situándose como una fase avanzada después de la "apicultura tradicional" y la "apicultura racional", según Zogovic. La apicultura de precisión se organiza en tres componentes clave: la recopilación de datos, el procesamiento de datos y la salida de datos. El desarrollo y la implementación efectiva de la apicultura de precisión subraya la importancia crucial de la recopilación de datos. No obstante, esta recopilación pierde valor práctico sin un procesamiento adecuado y una integración eficiente de los datos. Estos procesos combinados permiten a los apicultores obtener información integrada con mayor facilidad y profundidad que la que se obtiene rutinariamente mediante visitas a colmenares y colmenas.

4.1.1 ¿Qué nos permite?

La apicultura de precisión es una metodología avanzada que transforma la forma en que se manejan las colmenas de abejas, y ofrece numerosos beneficios tanto a nivel local como global. En primer lugar, optimiza el uso de recursos al proporcionar datos precisos sobre el estado de cada colonia. Esto ayuda a los apicultores a usar de manera más eficiente alimentos, medicamentos y otros insumos, lo que a su vez mejora la productividad de las colmenas.

Además, permite monitorear las colonias en tiempo real mediante sensores, lo que significa que los apicultores pueden detectar problemas como enfermedades o desequilibrios en la colonia de manera temprana y actuar rápidamente. Esto también contribuye a mantener colonias más saludables y productivas.

Otro gran beneficio es la reducción de costos operativos. Con la información detallada proporcionada por la apicultura de precisión, los apicultores pueden reducir la necesidad de visitas físicas frecuentes a las colmenas y minimizar el uso de recursos innecesarios, lo que hace que la operación sea más económica.

La apicultura de precisión también ayuda a adaptarse a los cambios ambientales. En un mundo donde el clima y los patrones de floración están cambiando, esta metodología permite ajustar las prácticas apícolas para aprovechar al máximo las fuentes de néctar disponibles, asegurando que las colonias se mantengan fuertes y productivas. Al mejorar la eficiencia y la productividad, la apicultura de precisión puede aumentar la rentabilidad de los apicultores. Esto no solo beneficia a los apicultores, sino que también contribuye a la conservación de los polinizadores, apoyando la biodiversidad y la seguridad alimentaria global.

19_Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) es una organización internacional sin fines de lucro que reúne a líderes empresariales, políticos, académicos y de la sociedad civil para discutir y abordar los desafíos globales. Fundada en 1971, su objetivo principal es mejorar el estado del mundo a través de la cooperación y el diálogo entre los sectores público y privado.

20_Dmitry Zacepins es un experto en apicultura y tecnología aplicada a la apicultura. Ha realizado investigaciones en el campo de la apicultura de precisión, un enfoque que utiliza tecnologías avanzadas para optimizar el manejo de colonias de abejas

La apicultura de precisión ofrece una forma más científica y tecnológica de manejar las colmenas, lo que facilita una administración más efectiva de los recursos, mejora la salud y la productividad de las colonias, y ayuda a enfrentar los desafíos ambientales y económicos de hoy en día.

4.2 Tecnologías de la información y comunicación

La transmisión de datos y el suministro de energía representan componentes esenciales en el diseño de sistemas de monitoreo para colmenas inteligentes, ya que determinan la eficiencia operativa y los costos asociados. Estos sistemas buscan un equilibrio entre la adquisición de datos precisos y oportunos, y los gastos derivados del hardware y software utilizados. Para lograr una gestión eficiente y sostenible de las colmenas, es fundamental la integración de tecnologías avanzadas de comunicación y métodos de suministro energético adaptados al entorno apícola.

4.2.1 Tecnología de comunicación

Diversas tecnologías de comunicación pueden emplearse para la transmisión de datos en sistemas de monitoreo apícola. Las tecnologías de corto alcance como NFC (Near Field Communication), Bluetooth y Wifi, aunque accesibles, suelen ser inadecuadas para el monitoreo de colmenas debido a su limitado alcance en entornos de campo. Los sensores cableados ofrecen una solución económica, pero no siempre son viables en condiciones adversas.

Por otro lado, la comunicación de datos celulares se ha consolidado como una de las opciones más utilizadas, especialmente en colmenares ubicados dentro del alcance de torres celulares. Esta modalidad se enmarca dentro de las categorías de Internet de las Cosas (IoT) y comunicaciones Máquina a Máquina (M2M), lo que permite una conectividad constante y en tiempo real. Las redes de sensores inalámbricos (WSN) han revolucionado los sistemas de monitoreo apícola mediante dispositivos integrados —conocidos como nodos— que son capaces de adquirir, procesar y comunicar datos a computadoras y bases de datos en la nube. Estos nodos suelen utilizar una topología de red *peer-to-peer*, lo que facilita el intercambio de recursos y el paralelismo de tareas, optimizando así la transmisión de información.

4.2.2 Protección de sensores y métodos de suministro de energía

La protección de los sensores en los sistemas de apicultura de precisión es fundamental para garantizar su correcto funcionamiento y durabilidad en los exigentes ambientes de las colmenas. Debido a la tendencia natural de las abejas a aplicar propóleo, que es una sustancia resinosa que utilizan para sellar y proteger sus colmenas, los sensores pueden verse afectados si no están adecuadamente protegidos. Para evitar la acumulación de propóleo y mantener la funcionalidad de los sensores, se emplean revestimientos de malla o cubiertas especializadas que permiten la captura de datos sin interferencias. Estos revestimientos actúan como una barrera física que protege los componentes sensibles mientras permiten el paso de señales y datos.

Los sensores están conectados a microprocesadores, como los basados en Arduino, que procesan la información recopilada. Estos microprocesadores se alimentan a través de baterías y están diseñados para transmitir datos de manera remota. La información capturada por los sensores es enviada a la nube, donde se almacena, analiza y se generan alertas automáticas en función de los parámetros establecidos. Los apicultores pueden acceder a estos datos a través de aplicaciones móviles o plataformas web, lo que les permite gestionar sus colmenas de manera más precisa y basada en datos.

Esta integración tecnológica facilita el monitoreo en tiempo real y la toma de decisiones informadas para mejorar la salud y la productividad de las colonias.

El suministro de energía es otro aspecto crucial en el diseño de estos sistemas. Los sensores y microprocesadores requieren una fuente constante de energía para funcionar correctamente. Las soluciones para el suministro de energía incluyen tanto el acceso a la red eléctrica como el uso de fuentes de energía alternativas. En muchos casos, la energía solar se presenta como una opción particularmente eficaz y sostenible. Los paneles fotovoltaicos conectados directamente a las colmenas pueden proporcionar una fuente de energía confiable y autónoma, eliminando la necesidad de reemplazar baterías con frecuencia y reduciendo la huella ecológica del sistema. La protección adecuada de los sensores y una gestión eficiente del suministro de energía son elementos esenciales para el éxito de la apicultura de precisión. Estos avances tecnológicos no solo aseguran la continuidad y precisión en la recolección de datos, sino que también contribuyen a una apicultura más sostenible y eficiente.

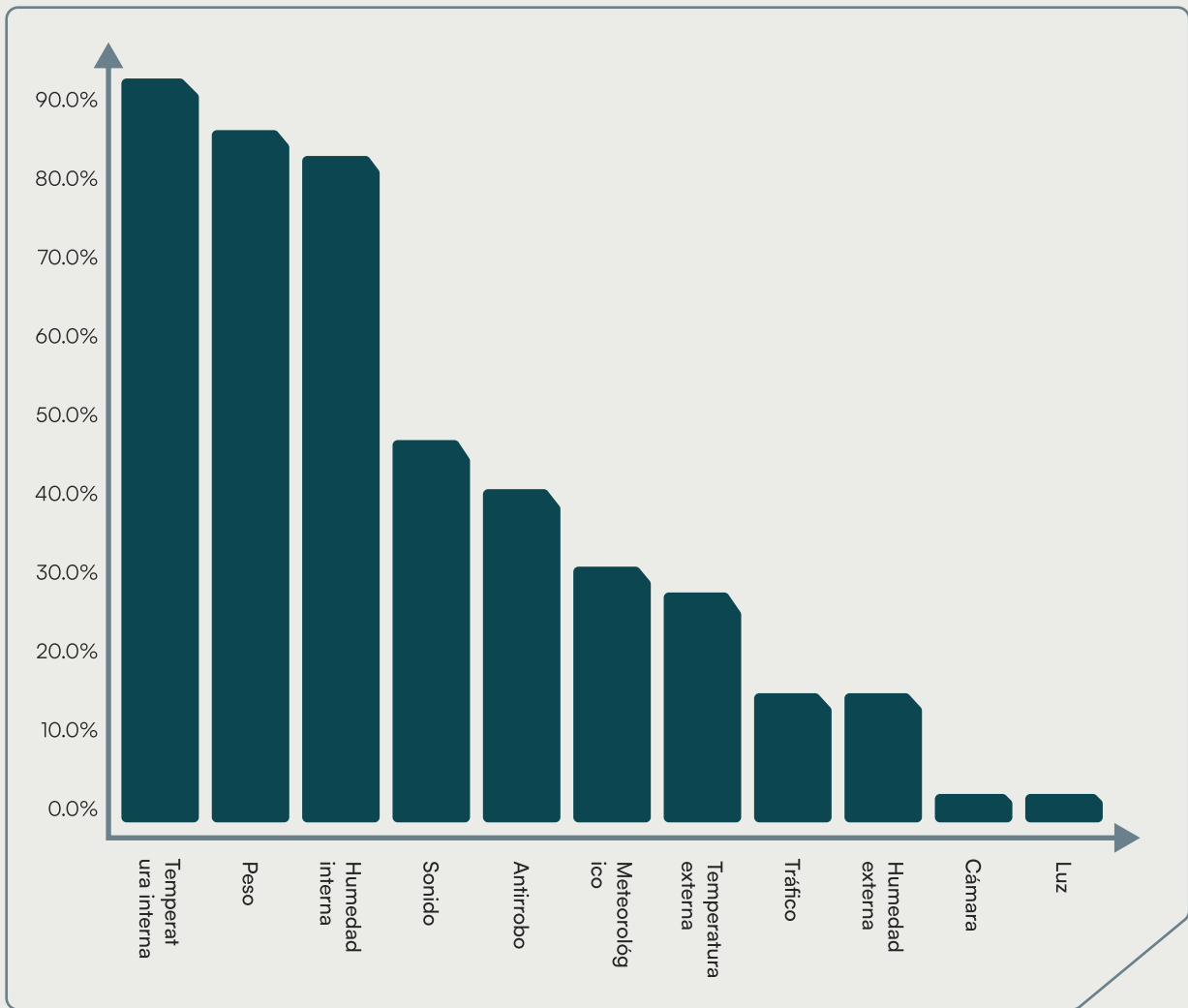
4.2.3 Sensores de aplicación en la industria

Desafortunadamente, encontrar información detallada sobre los tipos específicos de sensores y tecnologías empleados en los sistemas de apicultura de precisión (PB) comercializados ha resultado ser un desafío significativo, posiblemente debido a la protección de patentes y la falta de divulgación técnica pública. Las restricciones relacionadas con las patentes pueden limitar el acceso a información técnica específica sobre las innovaciones en sensores y tecnologías utilizadas en estos sistemas avanzados.

No obstante, un análisis exhaustivo realizado por Danieli et al. en su estudio "Sistemas de apicultura de precisión: estado del arte, ventajas y desventajas, y su aplicación como herramientas para el avance del Sector Apícola" proporciona una visión valiosa sobre el panorama actual de los sistemas de apicultura de precisión. Según los datos extraídos de este análisis, se observa que, aproximadamente en un 90,6% de los casos examinados, los sensores más comúnmente integrados en los sistemas de PB son aquellos destinados a medir la temperatura interna de las colmenas. Esta métrica es fundamental para monitorear el ambiente dentro de la colonia y asegurar que las condiciones se mantengan dentro de rangos óptimos para la salud de las abejas y la producción de miel.

Se encuentran los sensores que miden el peso de las colmenas, presentes en el 84,4% de los casos. Estos sensores son esenciales para evaluar la cantidad de miel producida y el estado general de las colonias, permitiendo a los apicultores realizar un seguimiento preciso de la producción y ajustar sus prácticas de manejo en consecuencia.

Además, los sensores de humedad están presentes en el 81,3% de los sistemas analizados. La medición de la humedad es crucial para prevenir problemas relacionados con la condensación y la acumulación de humedad dentro de las colmenas, lo cual puede afectar negativamente la salud de las abejas y la calidad de la miel. Este análisis resalta la importancia de estos tres tipos de sensores en los sistemas de apicultura de precisión, proporcionando información esencial que permite una gestión más precisa y eficiente de las colmenas. A pesar de las dificultades para acceder a información detallada, los datos disponibles demuestran que la integración de sensores para medir temperatura, peso y humedad es prevalente y fundamental en la mayoría de los sistemas de apicultura de precisión actuales.



Reelaboración de gráfico que presenta una recopilación de los tipos de sensores instalados en los sistemas de apicultura de precisión comercial (PB) disponibles en el mercado en línea. La información se ha extraído de un artículo científico titulado "Sistemas de Apicultura de Precisión: Estado del Arte, Pros y Contras, y su Aplicación como Herramientas para Avanzar el Sector Apícola" de Pier Paolo Danieli, Nicola Francesco Addeo, Filippo Lazzari, Federico Manganello y Fulvia Bovera.

Los sensores de temperatura instalados dentro de la colmena, generalmente termómetros, son esenciales para monitorear diversas condiciones críticas, como el estado de la cría, la dinámica de las abejas durante el invierno y factores ambientales tanto internos como externos. Estos datos proporcionan información valiosa para los apicultores, quienes pueden obtener conocimientos sobre el consumo de alimentos de la colonia, el inicio de la puesta de la reina, las tendencias de enjambre y la mortalidad de las abejas. En muchos casos, estos sensores también están diseñados para rastrear simultáneamente los niveles de humedad, lo que los convierte en herramientas versátiles de monitoreo. Para obtener una evaluación precisa del estado de la cría, los sensores deben colocarse estratégicamente dentro de la colmena. Lo ideal es que haya múltiples sensores distribuidos en diferentes puntos, a menudo uno o dos por marco, y ubicados cerca de la zona central y cálida de la colmena, donde se desarrolla la cría. Esto asegura que las mediciones no sean influenciadas por factores externos que puedan alterar los resultados.

A menudo, los sensores se alojan dentro de pequeñas cajas ubicadas en el centro de un marco o se incrustan directamente en los paneles de madera de la colmena. Cuando estos datos de temperatura interna se integran con registros meteorológicos y las inspecciones periódicas de la colmena, es posible desarrollar modelos predictivos precisos que ayudan a anticipar problemas y comportamientos en las colonias de abejas. Además, algunas investigaciones han demostrado que las cámaras de espectro infrarrojo pueden complementar las mediciones de temperatura al ofrecer predicciones más precisas sobre el comportamiento de la colonia. Estas cámaras son especialmente útiles durante el invierno, cuando se utilizan para monitorear la posición de los grupos de abejas dentro de la colmena y asegurarse de que están hibernando de manera adecuada.

Los sistemas que miden la humedad dentro de la colmena suelen complementarse con los sensores de temperatura, y juntos proporcionan una visión más completa del entorno interno de la colonia. La humedad relativa (HR) dentro de la colmena es un indicador crucial de la salud y desarrollo óptimo de la colonia, ya que las abejas tienden a estabilizarla en torno al 70%. Este nivel de humedad es necesario para mantener las condiciones adecuadas para la cría de las abejas y la producción de miel. Como ocurre con la temperatura, las fluctuaciones en la humedad pueden predecir ciertos eventos, como el enjambre. De hecho, investigaciones han mostrado que antes de un enjambre, los niveles de humedad tienden a disminuir debido a la mayor ventilación de la colmena. Sin embargo, a diferencia de los sensores de temperatura, los sensores de humedad son más costosos y requieren protección adicional, ya que el vapor de agua no puede penetrar a través de la cera o el propóleo, lo que podría bloquear la detección adecuada.

Además de la temperatura y la humedad, la medición de gases dentro de la colmena, como el oxígeno y el dióxido de carbono (CO₂), también se ha convertido en un aspecto relevante en algunos sistemas avanzados de monitoreo apícola. Los niveles de CO₂ dentro de la colmena están directamente relacionados con la actividad metabólica de las abejas. Un aumento en estos niveles puede indicar que las abejas están aumentando su ventilación para mantener el ambiente adecuado dentro de la colmena, lo que es esencial para su supervivencia, especialmente en periodos de invierno o cuando el flujo de aire natural es limitado. Los niveles elevados de CO₂ pueden ser una señal de alarma para el apicultor, ya que podrían estar indicando problemas graves como enfermedades en la colonia, envenenamientos, ataques de depredadores o incluso la ausencia de una reina. En regiones propensas a nevadas, los sensores que miden el CO₂ pueden activar alertas tempranas para que los apicultores tomen medidas, como limpiar el tablero de vuelo o abrir las entradas de la colmena para mejorar la ventilación. Aunque las mediciones automáticas de gas, como los detectores de infrarrojos no dispersivos (NDIR), son efectivos, su costo elevado limita su adopción generalizada en comparación con los sensores de temperatura y humedad.

Otro parámetro esencial en la apicultura de precisión es el peso de la colmena, el cual se monitorea con básculas electrónicas instaladas en la base de la colmena. Estas básculas permiten medir el peso total de la colmena, que incluye las alzas, los cuadros, las reservas de miel y las abejas. Las mediciones del peso proporcionan datos críticos sobre el estado de la colmena y su productividad. Por ejemplo, un aumento en el peso durante la temporada de floración indica un buen flujo de néctar y miel, mientras que una disminución del peso puede sugerir la pérdida de reservas o incluso el inicio de un enjambre. Las básculas pueden variar en su precisión dependiendo del número de celdas de carga que utilicen. Algunos sistemas cuentan con una sola celda central, mientras que otros utilizan hasta cuatro celdas distribuidas en las esquinas de la colmena, lo que permite una medición más precisa. Las fluctuaciones diarias en el peso de la colmena, como la pérdida de 300 a 500 gramos cuando las abejas salen a recolectar néctar y su posterior incremento cuando regresan, son señales claras de una colmena sana y activa. Durante el invierno, cuando la actividad de las abejas disminuye, el peso de la colmena se reduce a medida que las abejas consumen las reservas internas, con una pérdida diaria estimada entre 30 y 80 gramos. Monitorear estos cambios ayuda a los apicultores a tomar decisiones informadas sobre la alimentación y el manejo de las colmenas, evitando pérdidas de colonias por inanición.

4.2.4 Desafíos dentro de la apicultura de precisión

La apicultura de precisión presenta una serie de desafíos que dificultan su adopción generalizada. Uno de los principales obstáculos es el alto costo de estos sistemas, que incluye no solo la adquisición de equipos, sino también su mantenimiento, soporte técnico y envío, lo que eleva considerablemente el precio total. Este factor, sumado a la baja demanda y a las diferencias en la construcción de colmenas y especies de abejas, complica la producción masiva de estos sistemas, haciéndolos menos accesibles para muchos apicultores.

Otro desafío importante es la falta de información clara sobre el retorno de inversión (ROI), lo que genera incertidumbre en los apicultores sobre si la inversión en tecnología realmente se traducirá en beneficios a largo plazo. Aunque la apicultura de precisión promete optimizar el manejo de las colmenas, la ausencia de datos concretos que demuestren su efectividad en términos económicos frena a muchos de tomar la decisión de adoptar estas herramientas.

La autonomía energética y la conectividad son también problemáticas. Aunque muchos sistemas utilizan paneles solares para garantizar el suministro de energía, factores como el clima o la ubicación de las colmenas pueden afectar la carga de las baterías. Esto es especialmente complicado para los apicultores nómadas que trasladan sus colmenas a diferentes zonas y, en muchos casos, operan en áreas remotas donde la conectividad es limitada o inexistente, dificultando la transmisión de datos en tiempo real.

A nivel tecnológico, la falta de estandarización entre los diferentes dispositivos de monitoreo añade una capa extra de dificultad. Los sistemas no siempre son compatibles entre sí, lo que obliga a los apicultores a recurrir a diferentes proveedores y gestionar múltiples plataformas para monitorear variables como la temperatura, la humedad, el peso y los niveles de gases dentro de las colmenas. Esta complejidad no solo encarece el proceso, sino que también lo hace más difícil de gestionar, especialmente para quienes no están familiarizados con el manejo de grandes volúmenes de datos.

A esto se suma que muchos apicultores, en especial aquellos con más experiencia, son reacios a adoptar nuevas tecnologías. Muchos prefieren continuar con los métodos tradicionales que han utilizado durante años, ya que perciben los sistemas de apicultura de precisión como complicados y difíciles de mantener. Incluso aquellos que estarían dispuestos a invertir en estos avances tecnológicos pueden verse intimidados por la complejidad percibida, lo que limita el impacto potencial de estas herramientas.

Estas tecnologías ofrecen ventajas para mejorar la productividad, también generan preocupaciones sobre el impacto en el comportamiento natural de las abejas. La colocación de sensores y otros dispositivos dentro de las colmenas puede alterar los ciclos biológicos de las abejas, generando estrés adicional. Además, el aumento del uso de materiales electrónicos y baterías en los apiarios plantea dudas sobre la sostenibilidad ambiental a largo plazo. Aunque la apicultura de precisión tiene el potencial de revolucionar el manejo de colmenas y mejorar la eficiencia de la producción, existen barreras tanto económicas como tecnológicas, junto con preocupaciones sobre la viabilidad ecológica, que deben ser superadas para que esta tecnología se convierta en una opción accesible y beneficiosa para todos los apicultores.

4.2.5 Generación de red

“La red se ha convertido en el nuevo sistema de organización social, donde la cooperación y el intercambio de información en tiempo real son fundamentales para la adaptación y la innovación.”

Manuel Castells (21)

La importancia de las redes digitales para la colaboración y la adaptación, lo cual es crucial para la implementación de tecnologías avanzadas en la apicultura, como las aplicaciones para el monitoreo y la gestión de colmenas. Desarrollar una aplicación integral para la apicultura representa una oportunidad única para revolucionar la gestión de colmenares.

21_Manuel Castells es un sociólogo y académico español, ampliamente reconocido por su trabajo en el campo de la sociología, la comunicación y la teoría social. Entre sus contribuciones más destacadas se encuentra la trilogía "La era de la información", donde analiza el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la economía.

Facilitará el intercambio de información entre diferentes sistemas de monitoreo y apicultores. Al combinar la recopilación de datos en tiempo real con herramientas de aprendizaje automático, la aplicación ofrecerá análisis profundos y recomendaciones basadas en datos, mejorando significativamente la toma de decisiones y las prácticas de manejo.

Una aplicación no solo permitirá la gestión inteligente de colmenares, sino que también integrará datos de proyectos de ciencia ciudadana y encuestas, promoviendo una colaboración más amplia y enriqueciendo el conocimiento sobre la apicultura. Con una interfaz intuitiva y funcionalidades adaptadas a diversas necesidades, mejorará la participación en proyectos globales, y responderá a las necesidades específicas de apicultores, incluso en áreas con conectividad limitada.

El manejo de aplicaciones no sólo optimizará la producción y la salud de las colonias, sino que también abrirá nuevas oportunidades para la colaboración y la innovación en el campo de la apicultura.

Empírico analítico

5

Análisis de casos



2 unidades
de análisis



17 variables
de análisis



9 casos
analizados

Cada caso aporta una visión distinta y complementaria, cubriendo una amplia gama de desafíos y soluciones en la apicultura, lo que nos permite desarrollar un nuevo diseño de colmena que integra las mejores prácticas y tecnologías disponibles para optimizar la sostenibilidad y eficiencia en la producción apícola.

Seleccionamos estos casos para el análisis debido a su relevancia y diversidad en cuanto a los enfoques y soluciones presentadas en la apicultura moderna. Cada caso ofrece una perspectiva única y aporta valor al diseño innovador de una colmena, considerando distintos aspectos como la ergonomía, la tecnología, la sostenibilidad y la eficiencia en la producción apícola. Los casos incluyen:

Objetivos



Analizar cómo la ergonomía y el diseño de las colmenas influyen en el trabajo del apicultor, considerando el manejo, mantenimiento y recolección de productos.



Evaluar cómo las tecnologías y los diseños influyen en la usabilidad y accesibilidad para apicultores con diferentes niveles de experiencia.



Evaluar y comparar la eficiencia productiva de colmenas tradicionales frente a las inteligentes en términos de producción de miel, polinización y salud de las abejas.



Evaluar cómo los distintos tipos de colmenas se adaptan a diferentes entornos climáticos y geográficos, y cómo esto afecta su rendimiento y durabilidad.



Investigar cómo los diferentes tipos de colmenas afectan la salud y el bienestar de las abejas, prestando especial atención a factores como la ventilación, el control de plagas y el monitoreo de enfermedades.



Comparar los costos iniciales, el mantenimiento y el retorno de inversión de las colmenas tradicionales frente a las inteligentes, analizando su viabilidad económica para diferentes escalas de producción.

Unidad

Productos

Son productos tanto de comercialización como de nivel proyectual

Seguimiento

Son estudios comparativos y servicios a partir de la recolección de datos

Casos

01 Enxamio

02 Beebox

03 Yankoo desing

04 Langhstroth

05 Beewise

06 Rukawe

07 Langhstroth

08 Beewise

09 Rukawe

VARIABLES

Usabilidad

Se hace referencia a la facilidad operativa relacionada a esfuerzos físicos del usuario en actividad.

Interface

Observación de formas que induzcan acción análogas.

Durabilidad

Análisis de materiales y su relación con entornos.

Factibilidad productiva

Procesos productivos o pasos empleados para la concreción

Alimentación

Niveles y formas de asistencia a la alimentación.

Compatibilidad

Análisis de materiales, dimensiones y su relación con los agentes.

Productividad

Capacidades permitidas en función de dimensiones y modos de intervenir o controlar.

Territorio

Disponibilidad de recursos para la producción y adaptación a complejidad de entornos.

Control de ácaros

Exposición y toxicidad en colmena.

Logística

Tipos de movilidad empleados para el movimiento tanto en comercialización y uso.

Seguridad

Exposición a robos.

Usabilidad

Se hace referencia a la disminución de tiempos requeridos a través de la implementación de controles a distancia.

Interface

Observación de tipología de la información prestada y estilos de UI en app.

Durabilidad

Ubicaciones estratégicas del componentizado electrónico.

Productividad

Posibilidades de gestión de las actividades pendientes.

Control de ácaros

Exposición y toxicidad en colmena.

Seguridad

Detección a robos.

Actuación

Estructuración y combinación de la información para delimitar acciones (árbol de decisión).

Monitoreo

Tipos de análisis comparativos (comprensión de límites y rangos) para el empleo de datos como referencia.



Examio, Colmena urbana inteligente (proyecto prototipo)

Colmena desarrollada para la práctica de la apicultura a pequeña escala en zonas urbanas. El objetivo principal es proporcionar a las abejas un lugar cómodo y seguro donde puedan desarrollarse y crecer, así como brindar al usuario la oportunidad de recolectar miel de su propio barrio o ciudad de manera sencilla, al mismo tiempo que participa en una actividad beneficiosa para el medio (embelleciendo a través de polinización) y las personas.

Observaciones plausibles

Producto pensado para el desarrollo del ecosistema y biodiversidad.

Apto para todo público, sabiendo que es una actividad para personas con experiencia

Recolección de datos a través de sensores de visualización mediante app móvil

Mimetización con el ambiente e incorporación de floración

Observaciones que contrastan a la línea proyectual

Producto pensado para baja escala

Se dejan de lado cuestiones vinculadas a la inspección, control de la producción y el hábitat de las abejas, generando factores de estrés

Nivel escultórico



02

BeeBox, Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología de Taiwán | Diseño Industrial | 2023

El proyecto busca reducir las barreras de entrada en la industria apícola de Taiwán, donde jóvenes y novatos necesitan orientación de expertos debido a la falta de experiencia y las diferencias con el entorno extranjero. La escasez de plantas melíferas y la gestión repetitiva de 50-100 colmenas hacen que la apicultura sea físicamente demandante y complicada. El producto propuesto integra hardware de colmena, una aplicación móvil y procesos operativos para mejorar la eficiencia y facilitar el inicio de apicultores novatos.

Observaciones plausibles

Conservación morfológica: cumple con los límites de las colmenas Langstroth, facilitando el uso de insumos estándar como el panel de cera

Conservadurismo material: mantiene materiales naturales para evitar olores artificiales

Control a distancia: gestión remota en entornos complejos inadecuados para la apicultura.

Define límites, tiempos y rangos para decisiones de control, extracción y prevención.

Observaciones que contrastan a la línea proyectual

Mantiene limitaciones tradicionales, como la hendidura, y su altura de trabajo no es ergonómica, dificultando las operaciones en campo y transporte.

La baja distancia al suelo facilita la entrada de ácaros, y la entrada inferior empeora la prevención de plagas. A pesar del aumento de costos, la durabilidad no destaca



Yankoo desing, proyecto patrocinado por el Consejo Estadounidense de Química de la Facultad de Estudios Creativos, 2022.

Colmena móvil ideal para la polinización abierta en huertos sin la molestia de los métodos de apicultura de la vieja escuela. El vehículo autónomo controla el número de abejas en la colonia artificial envuelta en su interior y los niveles de temperatura en tiempo real. La entrada a la colmena en la parte inferior del vehículo se puede abrir o cerrar según se desee para que las abejas polinicen el área designada. Para evitar que los avispones diezmen a los productores de miel, hay una trampa en la parte superior que envía el olor de la colmena para atraer a los insectos. Esto mantiene a la colmena principal alejada del peligro.

Observaciones plausibles

Sistema de movimiento como liberador de acción de esfuerzos

Adaptación del territorio en función de finalidad apicultura y cultivo

Ubicaciones estratégicas de zonas de entrada y salida

Observaciones que contrastan a la línea proyectual

Altos niveles en costos

Nivel de proyecto conceptual



04

Langstroth, tipo de colmena ampliamente utilizada en la apicultura moderna, diseñada por Lorenzo Langstroth en 1851.

Su diseño innovador se basa en la idea del "espacio de abeja", un espacio de aproximadamente 8 milímetros que las abejas naturalmente mantienen libre de propóleos y cera para facilitar su movimiento. El creador observó que las abejas se mueven eficientemente en estos espacios y, por lo tanto, estructuró su colmena con marcos móviles que respetan este principio. Esta innovación permitió a los apicultores inspeccionar y manejar las colmenas sin destruirlas, facilitando la recolección de miel y la gestión de la salud de las abejas. La colmena Langstroth revolucionó la apicultura, haciendo el manejo de las colonias de abejas más eficiente y sostenible.

Observaciones plausibles

Conservación dimensional: La estructura respeta el "espacio de abeja", reduciendo el estrés optimizando la autorregulación de la temperatura interna.

Adaptación a los insumos estándar en el mercado

Mantenimiento de la operatividad y estructuración, bases para punto de partida

Observaciones que contrastan a la línea proyectual

Alzas de miel extremadamente pesadas, desafíos ergonómicos para los apicultores y aumentando el riesgo de lesiones

Excesos de movimientos y viajes en las tareas operativas dentro del campo



Beewise, equipo de profesionales desarrolladores de la colmena, unido por una misión singular: salvar a las abejas y garantizar el suministro mundial de alimentos/ Israel / 2018.

Solución avanzada en apicultura que automatiza tareas como la alimentación, recolección de miel y monitoreo de la salud de las abejas. Diseñadas para mejorar la eficiencia y reducir el esfuerzo físico del apicultor, combinan hardware y software para optimizar el manejo de las colmenas. Ofrecen análisis de datos en tiempo real, facilitando la toma de decisiones informadas y contribuyendo a una apicultura más sostenible y menos demandante. Colmena habilitada con inteligencia artificial y robótica para flujos de trabajo simplificados y mejores retornos.

Observaciones plausibles

Sistemas de control vía sensores

Utilización de IA como herramienta de aprendizaje preventiva

Modelo de negocio de alquiler

Producto pensado para servicios de polinización

Observaciones que contrastan a la línea proyectual

El equipo no trabaja con requerimientos dimensionales del hábitat de abeja

Todas las variables son controladas de manera automática

Dedicación solo para prestación de servicios de polinización



Rukawey apiary, diseño de un apiario pensando en la protección del apicultor / Crespo Jesus Garcia Andoni, Gomez Balmaceda Maria Jose y Villegas Gastón / 2024

La apicultura se ha visto muy afectada por los cambios que se producen en su entorno a nivel social, económico, tecnológico, productivo y climático. Por esta razón, el cambio en el contexto ambiental y su impacto en la producción, trae efectos negativos en la actividad. El proyecto trata del diseño de áreas dentro de un espacio con diferentes temperaturas, sombras y/o humedad, convirtiéndose en un refugio climático en condiciones extremas. Apiario con varios puntos de distribución que ayudan al flujo de trabajo del apicultor y protegen las colmenas.

Observaciones plausibles

Sistema en la parte superior (tipo embudo) para la recolección de agua natural gracias a las lluvias, generando una fuente de hidratación para las abejas.

Aparición de materiales flexibles

Implementación de zonas de trabajo

Alturas adecuadas para la manipulación de los marcos de la colmena

Observaciones que contrastan a la línea proyectual

Escasas zonas de manipulación

Estructura interna de la colmena expuesta al intemperie (no respeta el hábitat necesario para su desarrollo).



07

Beeflow, Empresa biotecnológica dedicada a ciencias de la polinización en San Francisco, California / 2016 - Actualidad /

“Construir naturaleza” Soluciones digitales en combinación con conocimiento científico para la prestación de servicios de asesoría en pos de una polinización eficiente garantizando una calidad constante de la fruta, un mayor cuajado y peso de la fruta en el momento de la cosecha. El análisis de datos ayuda a los productores y a nuestro equipo a tomar decisiones de polinización y manejo de cultivos para mantener una polinización óptima.

Observaciones plausibles

Garantizar la coherencia de la polinización durante la temporada, basándose del análisis en vivo.

Soporte en las tomas de decisiones en el manejo de cultivos

Mejorar la precisión de las previsiones de cosecha

Elaboración de KPIs inexistentes en la actividad

Observaciones que contrastan a la línea proyectual

No existe el fomento de prácticas que faciliten la actividad de manera operativa

Es una asesorización tecnológica de la colmena tradicional con fuerte impronta en el control de variables y análisis para tomar decisiones.



Aplicación de orégano, Estudio sobre control de ácaros / Qodratollah Sabahi, Hanan Gashout, Paul G. Kelly y Ernesto Guzmán-Novoa / University of Guelph Canadá / 2017

Liberación continua de aceite de orégano de forma eficaz y segura, controla las infestaciones de Varroa destructor en abejas melíferas colonias en un clima del norte. El timol es un químico sintético (es un derivado de plantas como el orégano) empleado para evitar la entrada de ácaros a la colmena pero tiene ciertos niveles de toxicidad y requiere intervenir la colmena por ende la implementación de soluciones naturales como estas se presentan como aliados a la vida en colmena.

Observaciones plausibles

Elementos de barrera bajo soluciones más naturales.

Difusor interno sin necesidad de intervenir

Menor costo frente a químicos sintéticos

La experimentación como insumo estratégico para el desarrollo de piquera

Análisis comparativo como evaluación de la efectividad de diferentes tratamientos

Observaciones que contrastan a la línea proyectual

Soluciones de aplicación sin vínculos o lecturas morfológicas entre piezas.

Imposibilidad de regulación de aplicación



09

Tecnificación de colmena, artículo de Computación y Electrónica en la Agricultura / Universidad de Corcho 2016.

Las contribuciones originales de este artículo son: recopilación de datos sincronizados y de múltiples fuentes relacionados con la actividad de las abejas y el clima; recopilación de datos de una colmena activa; análisis interdisciplinario de datos; evaluación en campo del sistema desarrollado; análisis de datos utilizando los datos para entrenar a un algoritmo de aprendizaje automático y evaluar los algoritmos en términos de consumo de energía y precisión.

Observaciones plausibles

Límites para definir rangos operativos de los muestreos censados para generar alerta.

Autoaprendizaje de datos

Manejo de datos combinados para presuponer escenarios posibles

Manejo de los datos del ecosistema de colmena para entender el entorno

Observaciones que contrastan a la línea proyectual

Demasiada exposición de elementos sensibles al entorno

Planteo de una solución accesorizada pero donde no se observa integralidad de piezas/partes

Análisis comparativo

El análisis nos permitirá comprender las características, ventajas y limitaciones de cada propuesta, lo cual es esencial para tomar decisiones informadas sobre el desarrollo de nuevas soluciones apícolas. Además, este estudio nos servirá para establecer puntos de comparación que orienten nuestras futuras innovaciones, optimizando tanto el diseño como la funcionalidad de nuestras propias colmenas, con un enfoque en sostenibilidad y eficiencia operativa.

Para asegurar un análisis integral, hemos dividido la evaluación en diversas ramas clave. Cada una de estas áreas ha sido evaluada de manera independiente, permitiéndonos profundizar en los puntos más relevantes de cada proyecto y proporcionar una valoración precisa en función de las necesidades y desafíos específicos de la apicultura moderna. Esta metodología nos permitirá tomar decisiones más estratégicas y enfocadas en cada aspecto relevante del desarrollo de colmenas inteligentes.

Forma de valuación



Análisis bajo lógicas de producto

Análisis bajo lógicas de seguimiento

Variable	Subvariable	Análisis bajo lógicas de producto						Análisis bajo lógicas de seguimiento		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09
Usabilidad	Cantidad de intervenciones requeridas en uso	2 Embellece el entorno urbano con la polinización y requiere pocas intervenciones, centrada en la accesibilidad para el apicultor. Es estática y depende del acceso del operador.	2 De sencilla intervención, accesible y eficiente para los nuevos apicultores que inician en la actividad.	4 La movilidad controlada por el usuario. Embellece el entorno urbano con la polinización y requiere pocas intervenciones.	1 Para conocer el estado de la vida de la colmena es requisito la visita presencial y con altas frecuencias.	5 Multifacético automatizando procesos logrando que la apicultura sea más eficiente, accesible y ecológica para los productores.	2 Las islas generadas proponen un acceso radial fácil, no obstante la carencia de visualización anterior a la presencialidad física, mantiene los niveles de chequeo altos.	/	/	/
	Traslado local	1 Inmóvil complejiza los movimientos para adaptarse a diferentes zonas a afiorar.	1 Trasladable desde esfuerzos físicos.	5 Para su movilidad no requiere de esfuerzos físicos.	1 Trasladable desde esfuerzos físicos.	1 Para su movilidad requiere de ayuda de maquinaria externa.	1 Es necesario generar estructuras para la colocación de las mallas.	/	/	/
	Manipulación / Esfuerzos implicados en uso	2 Apertura solo para el control del apiario y quita de excedentes de miel.	2 Malas posturas generadas para chequeos.	4 Apertura solo para el control del producto y la producción.	1 Malas posturas generadas por alturas, malos esfuerzos de levantamiento y manipulación fina.	4 Tareas de mantenimiento y excedentes de producción.	3 Buena disposición del área de trabajo, pero con escaso nivel ergonómico.	/	/	/
	Curva de aprendizaje	2 Atrae al público e invita a participar de la actividad apícola.	4 Apalancamiento en app para la iniciación.	4 Comprender los recorridos más eficientes para tener altos niveles de producción.	1 Tradicional, exclusivamente a través de la experiencia.	4 Requerimiento de trasmisión del conocimiento sobre correcto manejo del apiario.	1 Tradicional, exclusivamente a través de la experiencia.	3 Aprendizaje derivado del servicio solicitado. El entendimiento estrecho de las variables son manejados por los prestadores del mismo.	3 A través de análisis comparativos conoce nuevos métodos para la eliminación de enfermedades y amenazas.	4 La colmena aprende a partir de los datos relevantes y presupone escenarios que solo el usuario tiene que reinterpretar.
	Liberación de tiempos	2 No está atravesada por la lógica productivista, ya que solo se necesita garantizar una polinización para embellecer, actividad que se realiza de forma natural.	3 La implementación de tecnología en la colmena genera poca dependencia por parte del usuario.	4 Atravesada por la lógica productivista, busca liberar posicionamientos en campo para que el hogar de las abejas permita una mayor cercanía a la flora a polinizar.	1 El constante chequeo para la producción melífera lleva a la dependencia constante, utilizando tiempos que podrían destinarse a otras actividades del sector.	4 La implementación de tecnología en la colmena genera poca dependencia por parte del usuario.	2 La liberación de tiempos está mejorada solo al eliminar el factor hidratación.	4 Visualizar, y saber de ante mano lo que está sucediendo proponen situaciones de mayor previsibilidad para la actuación en territorio.	4 Disminuye la preocupación por la pérdida de las abejas.	4 La implementación de tecnología en la colmena genera poca dependencia por parte del productor a larga distancia.
Promedio parcial %		1,8	2,4	4,2	1	3,6	1,8	3,5	3,5	4

Análisis bajo lógicas de producto

Análisis bajo lógicas de seguimiento

Variable	Subvariable	Análisis bajo lógicas de producto						Análisis bajo lógicas de seguimiento		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09
Interface	Interpretación de zonas manipulables	2 Prioriza la estética por la interpretación de zonas manipulables.	3 Escasa zona de manipulación priorizando la estética, uso y control a distancia.	2 La complejidad y propuesta formal tapan las zonas de rápida interpretación.	2 Interpretable fácilmente al reconocer que en las superficies planas del cubo se ven recursos de sustracción u adhesión de volumen.	2 No se identifican fácilmente zonas de manipulación en este tipo de superficies grandes.	3 Se evidencian zonas de manija y extracción rápida de marcos.	/	/	/
	Entendimiento de zonas operativas	1 Prioriza la estética por la interpretación de zonas operativas.	1 Replica las conductas que presuponen las colmenas tradicionales.	2 Indicaciones gráficas de compartimentos para revisar.	2 No dispone de señalizaciones u intuición formal del como se realizan las operaciones.	2 La automatización presupone un grado de libertad superior a la presencialidad operativa.	2 No dispone de señalizaciones u intuición formal del como se realizan las operaciones.	/	/	/
	Disposición	Verical.	Horizontal apilable.	Horizontal.	Horizontal apilable.	Horizontal.	Verical apilable.	/	/	/
	Jerarquías y rol dentro de la cadena	/	/	/	/	/	/	4 Los datos convertidos a información como garantía visualizable y traspalable a campañas.	3 Colabora en la diagramación y morfología de la colmena.	4 Jerarquía de la importancia de los datos y variables dentro de colmena.
	Responsividad	/	/	/	/	/	/	1 Plataforma web a cargo del prestador.	3 Dashboard comparativo.	2 Planilla de datos e información censada.
Promedio parcial %		1,5	2	2	2	2	2,5	2,5	3	3

Durabilidad	Diseño frente a exteriores	4 Embate a vientos.	3 Modularidad para espacios reducidos.	4 Zonas sensibles resguardadas y gran adaptabilidad a suelos.	3 Diseño básico y funcional beneficioso en la escalabilidad de unidades.	4 Diseño robusto debido al componentizado interno.	3 Se evidencian zonas de manija y extracción rápida de marcos.	/	/	/
	Ciclo de vida frente inversión	2 Ecuación que no impacta en retornos ya que su función es social.	3 Pensada para el uso hogareño o baja escala, con poca exigencia y exposición.	4 Los ciclos de vida están ligados estrictamente al mantenimiento del componentizado y no de su construcción material.	4 Si bien el ciclo de vida es corto, en relación calidad/ precio sigue siendo un producto viable.	4 Los ciclos de vida están ligados estrictamente al mantenimiento del componentizado y no de su construcción material.	3 Las innovaciones de diseño y materiales no van acompañadas de innovaciones que mejoren la vida en el apiario.	/	/	/
	Recubrimientos superficiales	2 Necesarios para la protección de los materiales utilizados.	2 No prioriza la exposición a la superficies, depende de otros productos anexos para elevar la altura.	2 Vinculado a la comunicación visual del producto, sin intencionalidad de mimetizarse con el entorno.	3 Nulo, en ocasiones es bueno para evitar olores que alteren el comportamiento apícola, pero no hace a la durabilidad.	2 Color para el rechazo de luz solar y corrosión en materiales de alta transmisión de temperatura.	3 Logra la altura necesaria para evitar la exposición, sumada la implementación del techo para impedir la lluvia y el sol.	/	/	/
	Diseño para la intercambiabilidad	2 Deja de lado la intercambiabilidad por cuestiones de seguridad, y no requiere tanto mantenimiento.	4 Sigue los lineamientos de las tradicionales, con módulos externos del componentizado.	4 Cada sector que requiere mantenimiento responde a secciones extraíbles de fácil acceso.	1 No adhesióna cuestiones tecnológicas, de serlo debería readaptarse ya que maneja un material macizo entre lo interno y externo.	3 Su complejidad solo permite el intercambio y mantenimiento sobre los componentes electrónicos.	4 Cada sector que requiere mantenimiento responde a secciones extraíbles de fácil acceso.	/	/	/
	Ubicación del componentizado eléctrico	1 No cuenta con componentizado electrónico.	4 Lograda, entendiendo los comportamientos de los agentes y las posibles exposiciones al intemperie.	4 Lograda, entendiendo los movimientos del producto y la adaptación al terreno.	1 No adhesióna cuestiones tecnológicas, de serlo debería readaptarse ya que maneja un material macizo entre lo interno y externo.	4 Interno en extremos laterales, es el alma del funcionamiento. Regula absolutamente todas las variables.	2 No adhesióna cuestiones tecnológicas, de serlo debería trabajar entre los espacios permitidos por rotomoldeo.	2 Se gestiona desde oficinas no obstante el dato se realiza con accesorización de colmena tradicional, con demasiada exposición a la intemperie.	2 Identificación de cuerpo extraño en colmena, las abejas buscarán taparlo en propóleo derivando en esfuerzos que no conducen a la producción de miel.	2 Los incorporan como anexo a las colmenas tradicionales, sin pensar en una disposición eficiente y segura.
Promedio parcial %		2,2	3,2	3,6	2,4	3,4	3	2	2	2

Análisis bajo lógicas de producto

Análisis bajo lógicas de seguimiento

Variable	Subvariable	Análisis bajo lógicas de producto						Análisis bajo lógicas de seguimiento		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09
Facilidad productiva	Costos materiales	2 Medio, por su forma y procesos utilizados para su fabricación.	4 Baja, combinación de elementos tradicionales con elementos electrónicos sencillos.	1 Altos, la complejidad material y formal planteado en un vehículo.	5 Extremadamente bajos (solo madera).	1 Alto, dimensiones elevadas, materiales de calidad e incorporación de componentizado complejo.	3 Se evidencian zonas de manija y extracción rápida de marcos.			
	Procesos	2 Vinculados a concreción de grado estético, lectura de procesos de corte flexibles.	4 Vinculados a concreción de grado estético, piezas pensadas para la producción a escala.	2 Conjunto y subconjuntos identificables que reciben procesos dispares entre si.	5 Procesos de corte y armado en tecnología de ruteado o sierra.	5 Conjuntos identificables en corte y pliegue de chapa.	4 Procesos de corte y armado en tecnología de ruteado o sierra, con la adhesión de la tela como post-proceso.			
	Estandarización de insumos	2 La propuesta de usabilidad no responde a elementos ofrecidos en el mercado (cera).	4 Respeta volumetrías para la utilización de marco y cera del mercado, utilizando insumos intervenidos (carcasa de electrónicos).	1 No incorpora componentizado encontrado en el mercado, cada pieza requiere grados de desarrollo.	4 Al ser la colmena tradicional responde a los elementos encontrados en el mercado y sus dimensiones (cera y marcos melíferos).	3 El diseño responde a lógicas industriales de serialización de piezas con la complejidad de transformarse en un producto pesado.	4 Al ser la colmena tradicional responde a los elementos encontrados en el mercado y sus dimensiones (cera y marcos melíferos).			
	Facilidad de ensamble / deslocalización	2 Baja, el carcaseo disociado de hábitat interno.	4 Alta, identificación de pieza y función.	1 Compleja, cada terminación requiere un vínculo específico.	4 Los volúmenes son fácilmente adquiribles en la web.	1 Escaso, la lectura de producto vinculado al modelo de negocio hace que las personas que la desarrollaron tengan la capacidad de mantenerla.	3 Medio, no solo trabajan en desarrollo de las colmenas sino también en las zonas de trabajo.			
Promedio parcial %		2	4	1,25	4,5	2,5	3,5			

Compatibilidad	Aislamiento	2 Básico, depende solo de la aislación de la madera entendiendo su nivel de exposición.	3 Medio, el interior depende solo de la aislación de la madera pero si le da importancia al componentizado.	4 Su aislación responde frente a las condiciones del terreno y su constante movimiento.	2 Básico, depende solo de la madera y provoca que las abejas trabajen en regular su hábitat interno.	5 Avanzado, producto altamente desarrollado para regular la temperatura de forma independiente.	3 Medio, el interior de la colmena depende solo de la aislación del plástico. La implementación del techo ayuda.			
	Habitabilidad simii natural	2 Responde al hábitat natural de las abejas, pero el contacto constante con el público se convierte en un punto negativo.	4 Responde al hábitat natural de las abejas y las dimensiones necesarias para su comodidad a la hora de trabajar.	1 Deja de lado la naturalidad, forzando a las abejas a adaptarse al producto y no viceversa.	4 Responde al hábitat natural de las abejas y las dimensiones necesarias para su comodidad a la hora de trabajar.	1 Siendo un producto con altas dimensiones, somete a las abejas a un hábitat anti-natural.	4 Contempla dimensiones óptimas para funcionamiento interno y mantiene la madera como elemento central de la vida interna.			
	Exposición a olores y químicos	2 La exposición es parcial ya que el producto recibe impermeabilizantes externos que con el calor desprenden olores de alteración.	4 La idea de producto hogareño y a baja escala evita la exposición a pesticidas y productos químicos.	2 Internamente está dotada de filtros y separadores que separan la vida interna.	2 Como el producto tradicional de la apicultura, esta altamente sometido, dependiendo los aparios.	2 Posee elementos de detección ante toxicidad externa.	4 El producto utiliza la materialidad de forma estratégica, natural internamente para adecuación de abejas y plástico externo resistente al intemperie.			
	Discreción de sensores en hábitat	2 No dispone de elementos pero su disposición interna circular complejiza la separación entre marcos	4 Componentes ubicados estratégicamente para un cero contacto con las abejas	2 La exposición a diferentes sensores (cuerpos extraños) alteran el comportamiento apícola	2 No dispone de componentizado electrónico, y de tenerlos, se necesita un replanteo y ubicación	2 Los componentes y el constante movimiento interno para el control de los marcos, generan una amenaza en las abejas	2 No dispone de componentizado electrónico, y de tenerlos, para la correcta medición de variables	1 Adheridos no respetan cuestiones de cuidados tanto internos como externos	1 No respetan lógicas de mantenimiento y abastecimiento eléctrico en caso de colocación en sitio	1 Adheridos no respetan cuestiones de cuidados tanto internos como externos
Promedio parcial %		2	3,75	2,25	2,5	2,5	3,25	1	1	1

Variable	Subvariable	Análisis bajo lógicas de producto						Análisis bajo lógicas de seguimiento		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09
Alimentación	Localización	3 Natural urbano, propiciada por el entorno local.	1 De fuentes de agua cercanas, rocío de hojas, o en temporadas de sequía de manera artificial.	1 De fuentes de agua cercanas, rocío de hojas, o en temporadas de sequía de manera artificial.	1 Mirada productivista con alteraciones a factores de estrés, artificialidad de alimento.	1 Propia en entornos llanos de plantación artificial.	5 Cercana, permite ahorro energético de la abeja permitiéndoles centrarse en su actividad.	/	/	/
	Autoabastecimiento	1 No dispone, pero requiere atención en el mantenimiento de fuentes de hidratación cercanos.	1 No dispone, se requieren elementos externos para el abastecimiento en territorios de difícil acceso.	3 No dispone, pero se pueden trazar rutas de acercamiento a puntos hidratantes.	1 Inexistente requiere de la asistencia obligatoria del apicultor.	3 No dispone, pero el aviso de los niveles del acopiador alertan al apicultor.	5 Autónoma natural, acopia agua de lluvia en su techo "embudo".	/	/	/
	Promedio parcial %	2	1	2	1	2	5			
Seguridad	Camuflaje en el entorno	4 Incorporación de vegetación en cuerpo.	2 No dispone, pero es fácilmente ocultable con vegetación alta.	4 Zonas sensibles resguardadas y gran adaptabilidad a suelos.	2 No es su misión, no obstante tiene zonas de guardado colgables, donde por las noches recarga su batería.	3 Necesita exposición para recargar su batería, en caso de robos se requeriría un despliegue de maquinarias detectables.	1 Nulo, llama la atención por su techo modo sombrilla invertido en el medio del territorio.	/	/	/
	Fijación en territorio / antivandalismo	3 La instalación misma (fija) cumple esta función.	1 No dispone.	2 No dispone, su requerimiento es moverse por el entorno.	1 No dispone.	3 Por peso propio / Llave de cierre.	2 No dispone, pero es fácilmente asegurable con una cadena en isla.	/	/	/
	Manejo de datos para detección de robos	1 No dispone.	4 GPS.	4 GPS.	1 No dispone.	5 GPS / autobloqueo.	1 No dispone.	2 Solo visual, la cercanía que supone los límites de la conectividad wifi inducen cercanía a la quinta/finca/hogar.	2 La desconexión del sistema como herramienta de alarma.	2 La desconexión del sistema como herramienta de alarma.
Promedio parcial %	2,66	2,33	3,33	1,33	3,66	1,33	2	2	2	
Logística	Para comercialización	1 No responde a lógicas comerciales, su armado es en sitio y no sigue líneas constructivas.	4 No desmontable, de dimensiones no muy distintas a paquetes que manejan couriers de envío.	2 Complejo se necesitan medios de transporte voluminosos.	4 No desmontable, de dimensiones no muy distintas a paquetes que manejan couriers de envío.	2 Complejo, se necesitan medios de transporte voluminosos para traslado y maquinaria para descarga en sitio.	3 La isla tiene que ser armada en territorio y es estancia.	/	/	/
	Para movilización del usuario en vehículo	1 Imposible de manipular manualmente.	4 Fácilmente llevables modularizando los espacios.	4 En radios predefinidos la autonomía móvil excluye la intermediación física.	4 Fácilmente llevables modularizando los espacios.	1 Imposible de manipular manualmente, inversiones de esta magnitud necesitarían propuestas de movilidad.	3 Perfilería de techo desplegable en territorio y alzas llevables en cualquier vehículo.	/	/	/
	Para la extracción de miel	1 La producción de miel es consecuencia de la polinización, no está pensada bajo fines productivos de miel.	3 Trasporte hacia sala de extracción con marcos estándar.	1 La producción de miel es consecuencia de la polinización, no está pensada bajo fines productivos de miel.	2 Trasporte hacia sala de extracción con marcos estándar aunque de mala manipulación.	2 Trasporte hacia sala de extracción con otro tipo de herramental ya que las colmenas están fijas.	3 Trasporte hacia sala de extracción con marcos estándar con mejoras en manipulación fina.	/	/	/
Promedio parcial %	1	3,66	2,33	3,33	1,66	3				

Análisis bajo lógicas de producto

Análisis bajo lógicas de seguimiento

Variable	Subvariable	Análisis bajo lógicas de producto						Análisis bajo lógicas de seguimiento		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09
Control de ácaros	Ubicación de piquera	3 En altura media de cuerpo, con baja zona de aterrizaje.	3 Cercana al suelo.	2 Distancia al suelo en parte superior lo cual la expone a entrada de agua.	1 Parte inferior en parte superior de exposición a ácaros humedad e inundaciones.	4 Parte baja del cuerpo y distante a suelo con gran zona buena zona de aterrizaje.	3 Distribuida en cuerpo, demasiados frentes abiertos y posibles desregulaciones de temperatura.	/	/	/
	Metodología empleada	2 Tradicional fija sobredimensionada.	2 Tradicional fija embutida.	2 Con grados de regulación dimensional para evitar propagación de ácaros.	1 Intervención interna con timol (líquido tóxico que se gasifica y adhiere a la miel).	4 Evaluación visual con corte automático de acceso por piquera ante la detección de comportamientos extraños de las abejas.	2 Evaluación visual por sistema rápido de extracción de marcos e intervención.	2 Información derivada de datos cruzados. Imprecisión pero detectable con anterioridad al fin. La solución posterior sigue siendo el timol.	3 Desde la aplicación inicial supone una garantía preventiva de la salud de las abejas aunque sigue siendo invasivo.	2 Información derivada de datos cruzados. Imprecisión pero detectable con anterioridad al fin. La solución posterior sigue siendo el timol.
	Promedio parcial %	2,5	2,5	2	1	4	2,5	2	3	2
Territorio	Accesibilidad al territorio	3 Al ser un producto de instalación fija no requiere de tanta movilización.	4 Producto pequeño y modular, permite la llega al apiario en cantidad.	2 Grandes dimensiones acompañado de un equipo complejo, requerirá tiempo de movilización.	3 Producto con acceso en cantidad, dependiente de un gran personal y equipamientos de ayuda.	2 Demanda de tiempo y equipamientos de logística para la llegada al apiario.	3 Desplaza una cantidad de partes que luego se ensamblan dentro del apiario.	/	/	/
	Posibilidad de dispersión	2 Instalación a baja escala pensando en el público, y que no busca una alta producción de miel.	3 Siguiendo la lógica de las colmenas tradicionales, por ende, su dispersión tiene que respetar las distancias estándar.	3 Entender el perímetro recorrido siendo un producto en constante movimiento, para tener una polinización eficiente.	4 Dependiendo el apiario y el objetivo de la producción, se determina la dispersión, siguiendo las medidas de separación entre colmenas.	4 Entender el perímetro de alcance para lograr un polinización eficiente y sacar provecho al producto.	3 El aprovechar el recolector de agua te delimita la ubicación y dispersión de las colmenas.	/	/	/
	Integración a la cadena de valor	4 Mejora el desarrollo y bienestar de las zonas verdes de las ciudades.	4 La implementación de componentes mejora la usabilidad de los usuarios y habilitando tiempos.	3 Colmena con bajo nivel de dependencia, evita la inversión en personal.	2 Modelo estándar que se adecua a la cadena de valor.	4 Ingresa al mercado de la polinización como un modelo de negocio más rentable.	4 Plantea mejoras en las zonas de trabajo y en el confort del apicultor.	/	/	/
	Alimentación y disponibilidad floral	4 Brinda un hábitat muy agradable con vegetación diversa y acceso al agua.	3 Permite a las abejas volar y realizar su trabajo, en zonas naturales con disposición floral y de agua.	4 Logra que las abejas se beneficien de la diversidad de plantas.	3 Permite a las abejas volar y realizar su trabajo en zonas naturales, pero en algunos casos, son adulteradas con alimento artificial y agua.	3 Alejadas de una fuente de agua natural, con el objetivo de producción monofloral.	3 Permite a las abejas volar y realizar su trabajo en zonas naturales, pero en algunos casos, son adulteradas con alimento artificial y agua.	/	/	/
Promedio parcial %	3,25	3,5	3	3	3,25	3,25	/	/	/	
Productividad	Capacidades máximas permitidas por unidad	2 Baja, cubre un radio determinado.	3 Media el objetivo es obtener miel específica de determinados cultivos en zonas de difícil acceso.	4 Alta, cubre un radio amplio permitido por su capacidad móvil.	3 Alto, permitido por la rápida adquisición de las mismas.	4 Se logra una alta producción de forma secundaria, teniendo como objetivo principal la polinización.	3 Alto, permitido por la rápida adquisición de las mismas, y sumándole una mejora en la metodología de trabajo.	/	/	/
	Escalabilidad	2 Baja, para lugares específicos como parques. De grado escultórico.	4 Muy escalable permitido por sus dimensiones.	1 Altos costos de inversión y posibles mantenimientos.	5 Muy escalable permitido por sus dimensiones y bajo costo.	3 Escalable pero muy asociada a los costos de inversión y capacidad floral del entorno.	2 Escalable pero comienza a dejar de tener sentido la cantidad de techos acopiadores asociados.	/	/	/
	Gestión de la actividad	2 Controles momentáneos del estado externo e interno de la colmena, por las intervenciones de los usuarios.	3 Control desde la comodidad del hogar, persona con conocimientos básicos que organiza prioridades.	3 Frecuente desde la comodidad del lugar, persona especializada y dedicada a la actividad.	2 Control presencial de las colmenas cada 15 días, realizando constantes viajes al apiario y adhiriendo personal de ayuda.	2 Autogestora derivada de la observación y experiencia.	2 Autogestora derivada de la observación y experiencia.	2 Externa, personas especializadas en el control de la información y asesoría de recomendación.	2 Supervisión del funcionamiento y correcta difusión ante obstrucciones de propóleo.	2 Externa, personas especializadas en el control de la información y asesoría de recomendación.
Promedio parcial %	2	3,3	2,6	3,3	3	2,3	2	2	2	

Variable	Subvariable	Análisis bajo lógicas de producto						Análisis bajo lógicas de seguimiento		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09

Actuación	Límites y rangos de las variables para la toma de decisión	/	/	/	/	5 Rangos óptimos de temperatura interna, límites de peso de cada alza, ph del tipo de miel.	/	4 Los especialistas en función de estudios previos determinan lo que esta sucediendo a través de datos.	2 Difusión intermitente.	4 Se toman decisiones con información previamente analizado en un árbol de decisiones.
	Tipos de automatización	/	/	/	/	4 Cierre de entrada, accionadores para control de carril del escaneador, servomotores, resistencias, ventilas, etc.	/	3 Registro de datos en planilla.	2 Rígida, no contempla variables más que tiempo.	4 Registro de datos en planilla y recomendación de acción.
	Promedio parcial %					4,5		3,5	2	4

Monitoreo	Datos censados	/	/	/	/	5 Escaneo visual, contador de entrada, temperatura, humedad, toxicidad.	/	3 Escaneo visual, contador de entrada, temperatura, humedad, toxicidad.	2 Ph, timer.	3 Externa, personas especializadas en el control de la información y asesoría de recomendación.
	Sensores utilizados	/	/	/	/	5 Cámara, contador infrarrojo, decibelios, sensor de ph, etc.	/	3 Sensor de ph, sensores de humedad y temperatura, etc.	3 Aspersores para la implementación del orégano.	4 Sensor de ph, sensores de humedad y temperatura, CO2, etc.
	Tipos de alerta	/	/	/	/	5 Alerta antiamenazas externas.	/	2 Alerta a través de terceros que interpretan la información.	1 Estimación visual presencial.	3 Contador de desfases de la información levantada y árbol de posibles causas.
	Elementos de transmisión de información	/	/	/	/	5 Wifi / GPS.	/	4 Wifi.	1 Nulo.	2 GSM.
Promedio parcial %					5		3	1,75	3	

PROMEDIO TOTAL %	2,1	2,9	2,6	2,3	3,1	2,8	2,3	2,5	2,55
-------------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------

Dashboard



Puntos fuertes y débiles

01 Enxamio

^ Territorio v Logística

02 Beebox

^ Factibilidad productiva v Alimentación

03 Yankoo desing

^ Usabilidad v Factibilidad productiva

04 Langhstroth

^ Factibilidad productiva v Usabilidad

05 Beewise

^ Monitoreo v Logística

06 Rukawe

^ Factibilidad productiva v Seguridad

07 Beeflow

^ Actuación v Usabilidad

08 Aplicación de oregano

^ Usabilidad v Monitoreo

09 Tecnificación de colmena

^ Usabilidad v Compatibilidad

Dashboard



Comparativo



Conclusiones



La conclusión del documento destaca la integración de tecnologías y técnicas innovadoras en el diseño de colmenas para mejorar la eficiencia y la productividad en la apicultura. Estos avances incluyen componentes que mejoran la ergonomía y reducen la dependencia del apicultor en la gestión de las colmenas, proporcionando un enfoque más sostenible y rentable al negocio de la polinización. El documento también resalta la importancia de la disposición adecuada de las colmenas para disminuir recorridos y el desarrollo de la vegetación además de minimizar el esfuerzo físico requerido para su manejo.

Oportunidades



Mejoras ergonómicas de manipulación fina y traslado



Brindar acceso a información censada para toma de decisiones preventivas



Alimentación asistida para disminución de gasto calórico de los agentes



Mejoras en aislación térmica para mitigar esfuerzos de autorregulación

6

Desarrollo etnográfico

Proceso de asimilación

Este apartado describe el proceso de asimilación llevado a cabo a través de una serie de entrevistas y encuentros con diferentes actores clave del mundo apícola. A lo largo de cuatro entrevistas principales con un apicultor investigador, fabricantes de colmenas y establecimientos, buscamos identificar problemáticas, validar observaciones y alinear propuestas. A través de la observación directa, documentación fotográfica y el análisis de las interacciones, se generan proto personas, se identifican puntos clave compartidos y se realiza un análisis exhaustivo de las operaciones apícolas.

Cada una de estas etapas tiene como objetivo descubrir nuevas oportunidades y generar insumos clave para desarrollar soluciones de diseño que respondan a las necesidades reales de los apicultores, sin idealizaciones, y enfocadas en mejorar la eficiencia y el bienestar tanto de las abejas como de los productores.

1era entrevista Abr/24

Apicultor investigador

Referenciarnos de las primeras problemáticas + informarnos sobre ultimas tendencias o descubrimientos.

2da entrevista May/24

Apicultor

Validar observaciones y presuntos propios + comentar lineamiento de la propuesta.

3ra entrevista May/24

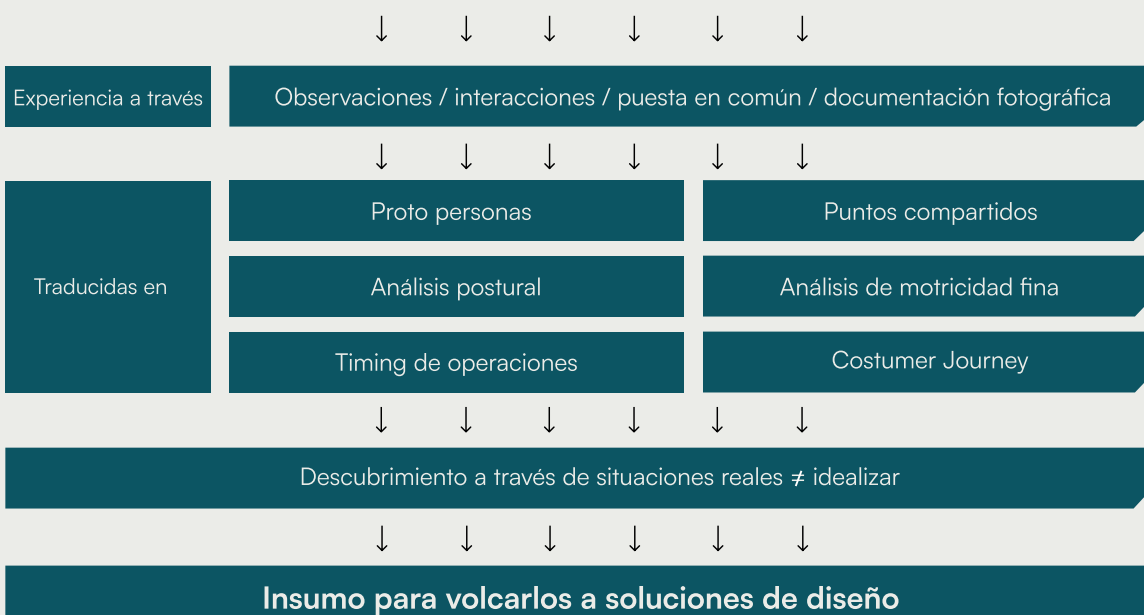
Fabricante de colmenas

Adentrarnos en las logicas productivas de colmenas en la apicultura tradicional + aproximación de demanda.

4ta entrevista Ago/24

Establecimiento

Validar problemáticas detectadas + encontrar puntos de contacto entre diferentes apicultores + feedback de propuesta avanzada



Principales preocupaciones de los apicultores

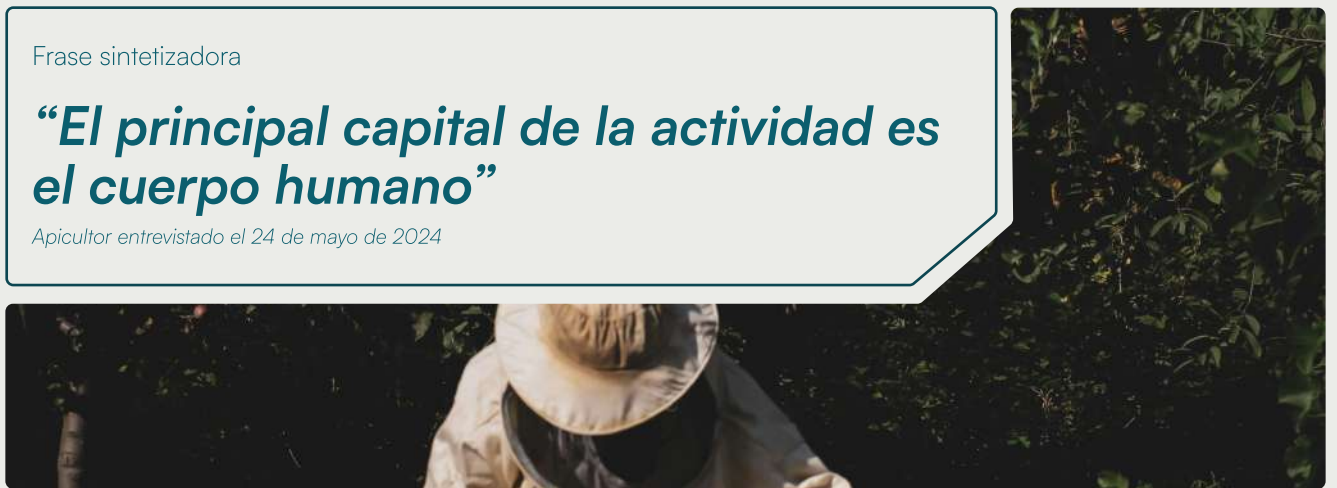
Abordaremos las áreas prioritarias que hoy en día concentran la mayor atención dentro de la apicultura. Estas preocupaciones reflejan los desafíos más relevantes que enfrentan los apicultores en su actividad diaria, desde el impacto del cambio climático y la disminución de la biodiversidad, hasta las dificultades en la gestión de las colmenas y la incorporación de nuevas tecnologías. Este análisis busca profundizar en los temas críticos que determinan la sostenibilidad y el futuro de la apicultura, ofreciendo una visión clara de las cuestiones que requieren soluciones urgentes y efectivas.



Frase sintetizadora

“El principal capital de la actividad es el cuerpo humano”

Apicultor entrevistado el 24 de mayo de 2024



Mirada en común entre los apicultores

- ✦ Conocimiento de avances internacionales en la actividad.
- ✦ La escalabilidad solo permitida por aumento de factor trabajo.
- ✦ Altos riesgos de pérdida de la actividad y reducción de agentes polinizadores.
- ✦ Pocas alternativas de inversión para nuevos y jóvenes productores (actividad con mirada tradicionalista).
- ✦ Factores ergonómicos afectan negativamente la salud física.

Mapa de empatía

Elaborado a partir de la información obtenida en las entrevistas con apicultores. Nos permite entender de manera profunda las experiencias, pensamientos, sentimientos y motivaciones de los apicultores en su día a día. A través de este ejercicio, capturamos las principales frustraciones, necesidades y expectativas de quienes trabajan con colmenas, brindando una visión clara de sus preocupaciones y prioridades. Este análisis es clave para diseñar soluciones que realmente respondan a sus necesidades y mejoren su labor en el contexto actual.

¿Qué piensa y siente?

"El principal capital de la apicultura es el cuerpo humano" El desgaste físico asociado a la apicultura hace que muchos apicultores consideren abandonar la actividad. Se trata de una labor marcada por la incertidumbre, debido a las fluctuaciones en la producción, y que no se asocia con el confort o la comodidad, sino con un esfuerzo constante y demandante.

¿Qué ve?

"Los apicultores que logran escalar en la actividad suelen ser jóvenes", ya que con el paso del tiempo se tiende a priorizar el confort. La transmisión del conocimiento apícola se basa principalmente en la práctica directa, lo que dificulta su aprendizaje formal. Además, la dinámica temporal de la apicultura complica la contratación de personal. Existe, además, una falta de análisis crítico por parte de los apicultores sobre los beneficios de las colmenas en los campos locales. A esto se suma el aumento de cambios en el entorno, que son impredecibles y afectan negativamente la actividad.

¿Qué dice y hace?

Con el tiempo, han reducido el número de colmenas que manejan, pasando de 1,420 a 420, para poder gestionarlas uno mismo. La actividad requiere mucha dedicación, ya que cada visita a 40 colmenas le toma entre 1.5 y 2 horas. Además, la apicultura es una actividad de difícil escalabilidad, lo que limita el crecimiento sin la incorporación de ayuda o tecnología adicional.

¿Qué oye?

La apicultura es una actividad con fecha de caducidad para muchos. Recibe frecuentemente ofertas para vender sus colmenas. Además, los agricultores suelen cambiar de ubicación de manera repentina para adaptarse a la disponibilidad de abejas. La apicultura varía considerablemente según la localización y la escala en que se practique. Cada apicultor emplea metodologías propias, lo que resulta en rendimientos desiguales.

Esfuerzos

La pérdida de colmenas y producción debido al descontrol o robo es un problema recurrente. Para muchos, esto genera la imposibilidad de continuar con la actividad. Además, las lesiones físicas, que pueden agravarse con el tiempo, son una preocupación constante. A esto se suma la falta de propuestas innovadoras para abordar estas problemáticas en el siglo XXI, en una actividad que sigue siendo tradicionalista.

Resultados

La incorporación de nuevas herramientas y dispositivos facilita la gestión de las colmenas, permitiendo un control del estado de las mismas desde cualquier lugar. Además, el acceso a datos en tiempo real ayuda a anticipar problemas y tomar medidas preventivas, optimizando así el manejo apícola.

Descripción de operaciones regulares

La apicultura es una actividad que requiere un manejo cuidadoso y programado, donde las tareas regulares son fundamentales para garantizar la salud de las colonias y la calidad de la producción de miel. Estas operaciones están intrínsecamente ligadas a factores ambientales, como el clima y la floración local, lo que determina el momento adecuado para cada actividad. Desde la inspección de colmenas hasta la recolección de miel, cada tarea tiene su propio calendario, optimizando la eficiencia y el bienestar de las abejas. A continuación, se detallan las operaciones regulares que son esenciales para el correcto manejo de los apiarios, destacando su importancia en la producción intensiva de miel.

Inspección Regular de las Colmenas

Cada 7 a 14 días durante la temporada de producción y con menor frecuencia en otoño e invierno. Utilización de un ahumador para calmar a las abejas y revisa los cuadros para evaluar la presencia de cría, reservas de miel y polen, y detectar posibles enfermedades o infestaciones de parásitos como el ácaro Varroa. Si se encuentran problemas, se aplican tratamientos adecuados o se ajustan la ventilación y la ubicación de las colmenas.

Manejo de Reinas

Una vez al año o según sea necesario. Este manejo incluye la introducción de nuevas reinas para mejorar la genética de la colmena. Si se detectan problemas, se reemplaza la reina o se ajustan las condiciones de la colmena para evitar la salida de enjambres.

Alimentación y Nutrición

Se monitorean continuamente, especialmente en otoño, invierno o durante periodos de escasez de floración. Esto implica proporcionar alimentación suplementaria cuando los recursos naturales son insuficientes. Si se detecta una deficiencia nutricional, se ajusta la alimentación de la colmena para asegurar su salud y productividad.

Cosecha de Miel

Se realiza principalmente al final de la temporada de producción, hacia finales del verano o principios del otoño. Durante esta actividad, se recolectan los cuadros con miel operculada y madura para extraer la miel utilizando un extractor centrífugo. Se verifica la humedad de la miel antes de su almacenamiento para asegurar que sea adecuada.

Control de enfermedades y plagas

Se realiza de manera continua mediante inspecciones regulares. Cuando se detectan plagas o enfermedades, se aplican tratamientos químicos o biológicos para mantener la salud de la colmena.

Preparación para el invierno


Se realiza principalmente en otoño. Este proceso incluye la reducción de la colmena, retirando cuadros vacíos para disminuir el espacio interno y facilitar la calefacción natural, y la adición de materiales aislantes para protegerla del frío extremo.

Transhumancia (si realiza)


Se realiza según la disponibilidad de floraciones y recursos en distintas áreas. Esto implica movilizar las colmenas a ubicaciones con mejor acceso a flores para maximizar la producción de miel. Además, se realizan ajustes en la posición de las colmenas de acuerdo con las condiciones del terreno y las floraciones disponibles.

Storyboard

Este storyboard ilustra el proceso mediante el cual un apicultor coloca las colmenas en el lugar adecuado para la producción de miel, basado en entrevistas y observaciones de campo. A través de una representación visual detallada, se desglosa cada tarea involucrada en esta operación, permitiendo identificar secuencias específicas y evaluar las actividades según su duración y complejidad. Al examinar cómo se completa cada etapa, el storyboard facilita la identificación de las actividades que son más lentas o que demandan más tiempo, así como las implicancias operativas asociadas. Este análisis es crucial para proponer mejoras en las técnicas y en el equipo utilizado, con el objetivo de optimizar los tiempos de trabajo y reducir la fatiga del apicultor. En esencia, esta herramienta busca mejorar la eficiencia operativa en la apicultura, contribuyendo a una gestión más efectiva y sostenible de los apiarios.



Situaciones tradicionales en la actividad






Que pasa si no sucede correctamente la secuencia tradicional






Ideas disparadoras del equipo

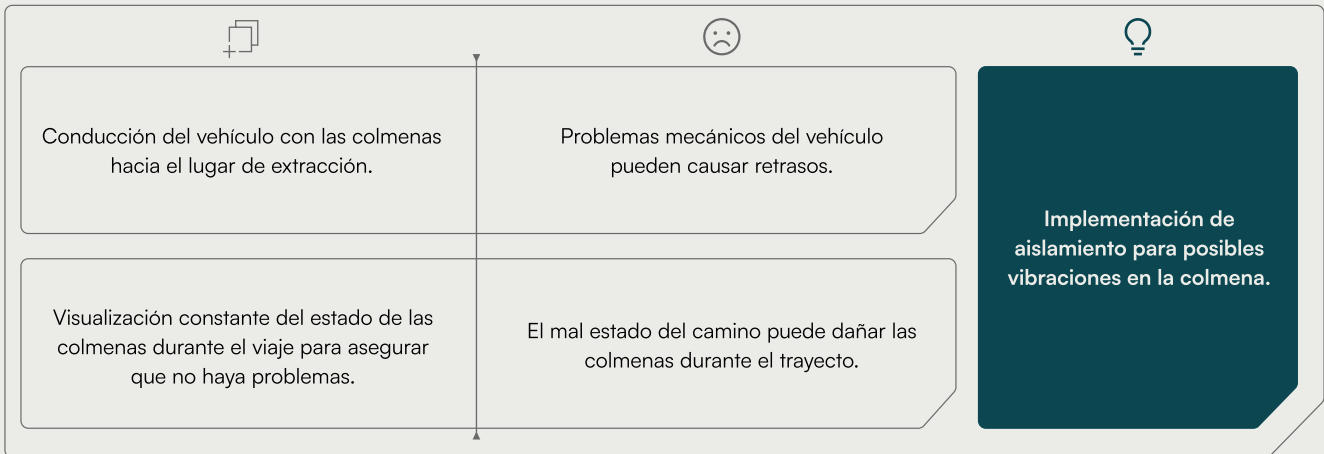
1.Preparación para carga a transporte

		
El apicultor prepara el vehículo y las herramientas necesarias para la carga (guantes, humo, traje de apicultura, etc.).	Falta de organización en la disposición de las colmenas puede causar demoras.	<p>Identificación rápida en colmena, trazabilidad física</p> <p>Checklist en app por grupo</p> <p>Monitoreo de temperatura en zona de cría</p>
Revisión del estado de las colmenas para asegurar que están listas para ser transportadas.	Descuido en la revisión de las colmenas puede provocar que se transporten colmenas dañadas o con problemas de salud en las abejas.	

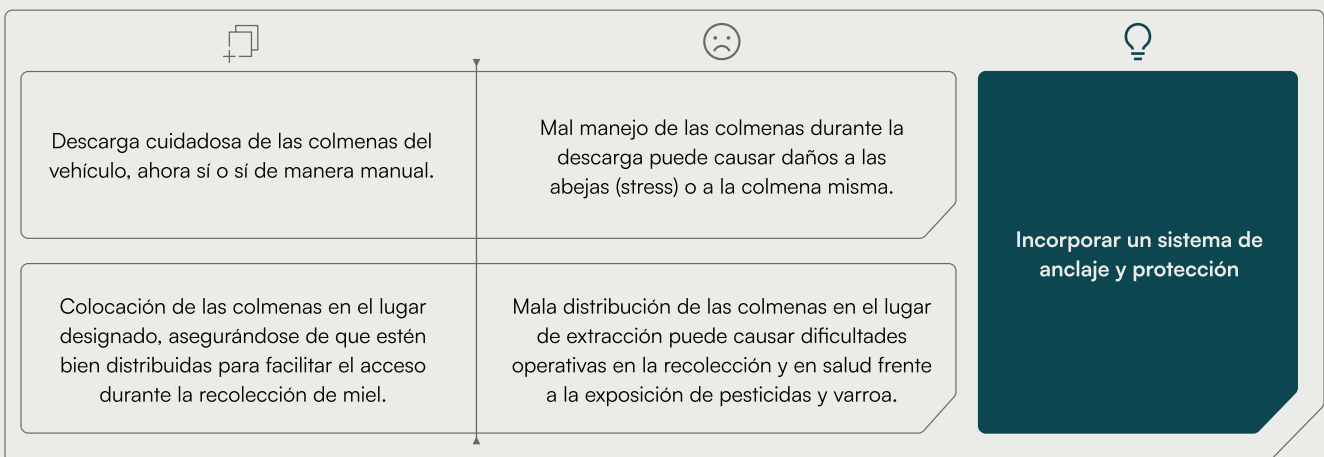
2.Carga de colmenas en el vehiculo

		
El apicultor y su equipo comienzan a cargar las colmenas en el vehículo. Esto puede requerir el uso de una carretilla o montacargas si las colmenas son pesadas.	Falta de personal suficiente para la carga puede ralentizar la operación.	<p>Incorporar sistemas de rápida manipulación o superficies de ayuda.</p> <p>Incorporar un sistema de anclaje y protección</p>
Colocación de las colmenas en el vehículo de manera ordenada, asegurando que queden bien sujetas para evitar daños durante el transporte.	Riesgo de que las colmenas no queden bien aseguradas, lo que podría resultar en daños o pérdidas durante el transporte.	

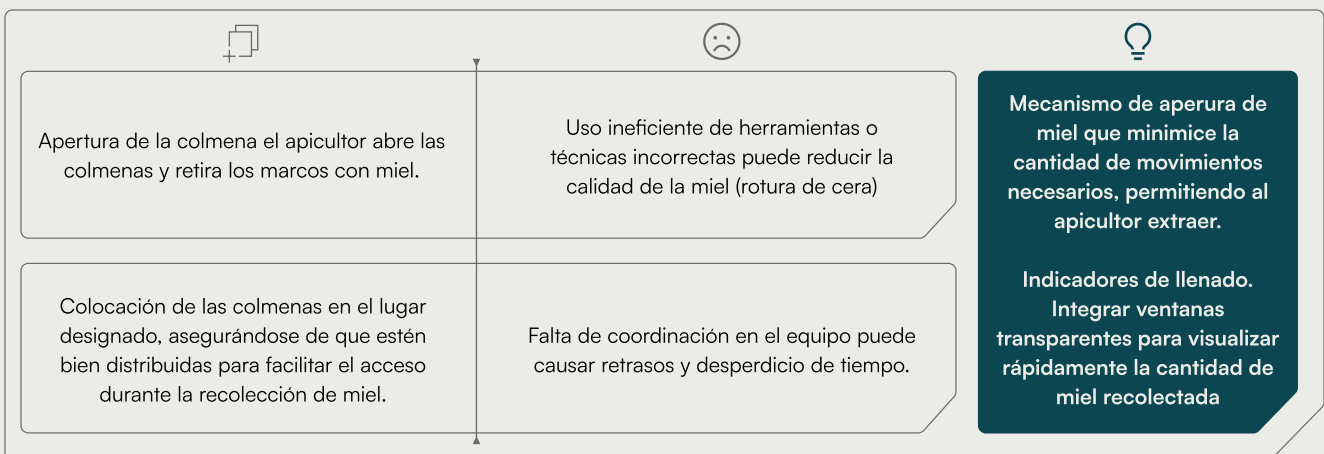
3. Transporte al lugar de extracción



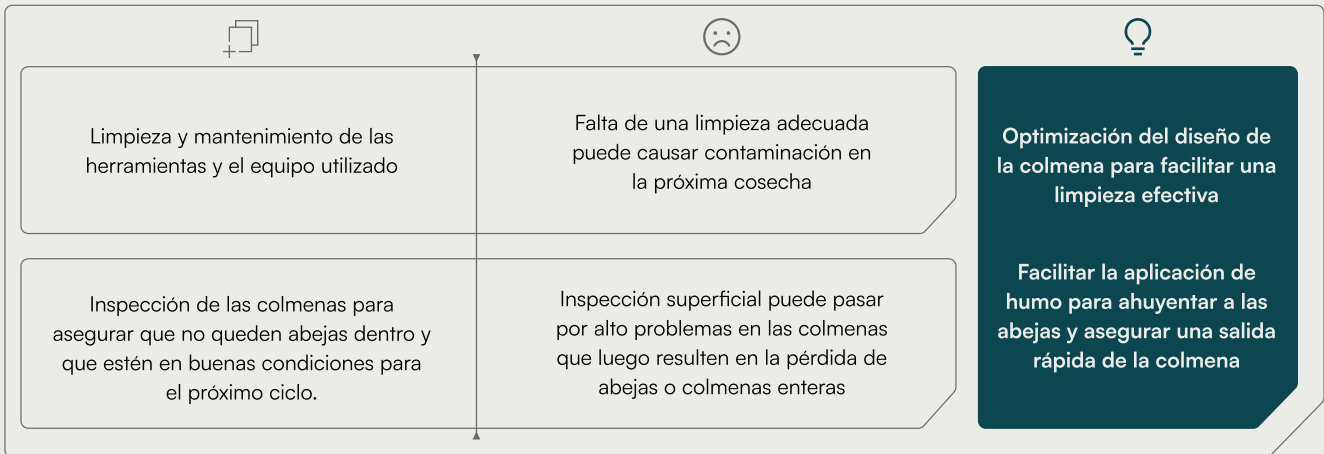
4. Descarga de las colmenas y colocación en el lugar de extracción



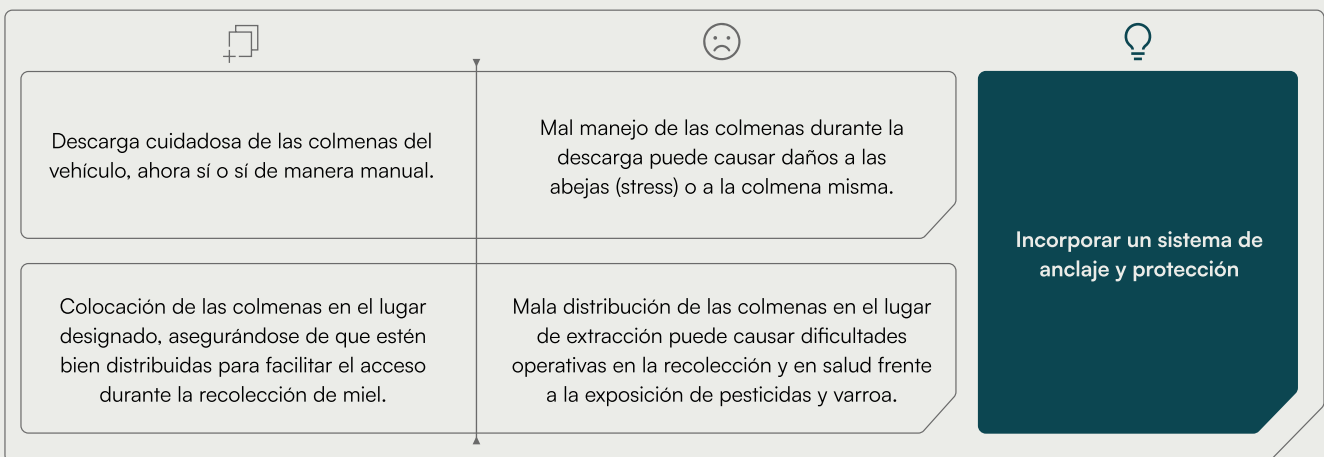
5. Extracción de miel



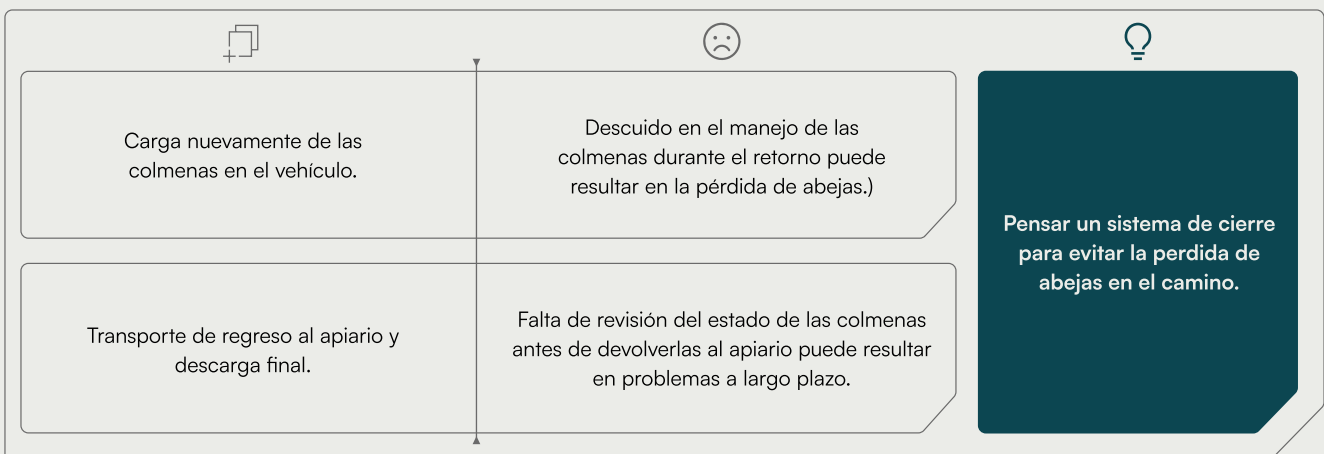
6. Control y mantenimiento posterior



4. Descarga de las colmenas y colocación en el lugar de extracción



7. Retorno de las colmenas al apiario



Proto persona

La creación de una protopersona resulta esencial para guiar las etapas finales del diseño, alineando al equipo con una visión clara y compartida sobre el usuario. Este proceso no solo nos permite enfocar nuestros esfuerzos en satisfacer sus necesidades reales, sino también establecer una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos centrados en el usuario. Al construir una protopersona, obtenemos una representación comprensiva del público objetivo, que facilita la toma de decisiones estratégicas a lo largo del proceso de diseño. Este enfoque nos permitirá anticipar desafíos, generar soluciones más empáticas y eficaces, y asegurar que el producto o servicio que estamos desarrollando se ajuste perfectamente al contexto y expectativas de nuestros usuarios. En definitiva, la protopersona es una herramienta clave que impulsará tanto la innovación como la optimización de la experiencia del usuario, garantizando que nuestro proyecto tenga un impacto duradero y significativo.



Apicultor con más de 20 años de experiencia. En su mejor momento, manejaba más de 1,000 colmenas, pero debido al esfuerzo físico que implica el mantenimiento y la falta de apoyo en su trabajo, ha tenido que vender la mayoría. Ahora solo le quedan unas 350 colmenas. La disminución de la fuerza laboral disponible y la falta de acceso a tecnologías que simplifiquen la apicultura han limitado su capacidad para mantener una producción estable y saludable, forzándolo a reducir significativamente el tamaño de su operación.

Antonio Herrera, de 45 años, es un apicultor de pequeña escala que trabaja en la provincia de Córdoba, Argentina. Con más de dos décadas de experiencia en la apicultura, enfrenta los desafíos de mantener su producción mientras cuida de sus abejas y su propia salud. Siempre en busca de soluciones que mejoren tanto la sostenibilidad de su trabajo como el bienestar de sus colmenas, Antonio resume su enfoque con una frase que refleja su visión: "Necesitamos algo que cuide tanto al apicultor como a las abejas."

Objetivos

Quiere mejorar en la apicultura sin tener que añadir más colmenas. Su objetivo es reducir el esfuerzo físico y la fatiga para seguir trabajando sin afectar su salud. Además, no se cierra a la llegada de algo innovador que le permita monitorear y gestionar sus colmenas desde lejos y en tiempo real, evitando así la necesidad de hacer constantes viajes para su control y ahorrando en costos de movilidad.

Frustraciones

La carga física de manejar las colmenas y la falta de personal disponible para ayudar en las tareas más pesadas lo ha llevado a vender parte de sus colmenas, reduciendo sus ingresos. La situación actual en Argentina, donde el valor de la miel ha disminuido significativamente, ha generado una falta de reinversión en la apicultura, obligándolo a continuar con métodos tradicionales y artesanales.

Motivaciones

Su principal motivación es encontrar formas de reducir el esfuerzo físico y la fatiga, permitiéndole continuar en la apicultura sin comprometer su salud y ahorrar en costos de movilidad. Pese a las limitaciones actuales, busca mantener una producción estable y saludable con las colmenas restantes, optimizando sus operaciones sin necesidad de aumentar el número de colmenas.

Habilidades Tecnológicas ↔ Conocimiento

Posee habilidades avanzadas en el manejo de colmenas, incluyendo la inspección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, y el mantenimiento de equipos apícolas. Tiene un conocimiento profundo de la biología de las abejas y las técnicas de apicultura transhumante, además de estar familiarizado con las normativas locales y las mejores prácticas para la producción de miel. Es capaz de tomar decisiones efectivas bajo presión y tiene conocimientos sobre estrategias de comercialización en el mercado de productos apícolas. Estas habilidades, conocimientos y tecnologías son esenciales para mantener una operación eficiente y rentable en un entorno desafiante.

Rol y frecuencia

Como propietario, realiza visitas semanales a los apiarios más cercanos a su puesto central para llevar a cabo inspecciones detalladas y asegurar el buen estado de las colmenas. Cada visita incluye una revisión exhaustiva de las colmenas principales, mientras que los apiarios más lejanos reciben visitas quincenales. Esta frecuencia permite ajustar las prácticas de manejo y responder rápidamente a cualquier problema, manteniendo la eficiencia y salud de la operación.

¿Porque este usuario?

Representa a apicultores experimentados que, a pesar de su vasto conocimiento, enfrentan desafíos físicos y económicos en un entorno tradicional. Su disposición a adoptar tecnologías innovadoras, para mejorar la eficiencia y reducir la carga física, lo convierte en un candidato ideal para nuestras soluciones que integren modernidad con prácticas apícolas tradicionales, manteniendo la viabilidad de su actividad en un contexto desafiante.

Storytelling

El análisis del día a día de Antonio nos permite identificar cómo el diseño actual de las colmenas impacta en la eficiencia, ergonomía y seguridad del proceso apícola. La repropuesta de diseño industrial debe enfocarse en reducir los esfuerzos físicos, mejorar la ergonomía, optimizar el proceso de mantenimiento y extracción, y asegurar que las colmenas sean duraderas y adaptables a diferentes entornos. Esto no solo mejorará la productividad y bienestar del apicultor, sino que también contribuirá a la sostenibilidad de la apicultura en general.

Antonio, un apicultor con 350 colmenas en los campos de Santa Fe, comienza su día muy temprano. A las 5:30 a.m., cuando el aire todavía está fresco y la luz del sol apenas empieza a iluminar el horizonte, se prepara para una jornada exigente.

Antes de que el calor del día se haga sentir, Antonio **recorre** su apiario. Cada paso es meticuloso; el suelo es irregular y debe cuidar de no tropezar. Se acerca a la primera colmena y, con un movimiento suave pero firme, retira la tapa superior. La madera **pesada** de la tapa, empapada de humedad de la noche, requiere un esfuerzo considerable. Con una mano sostiene la tapa y con la otra, equipado con su ahumador, dirige una pequeña nube de humo hacia la entrada de la colmena. Esto calma a las abejas, reduciendo el riesgo de picaduras.

Antonio comienza a **inspeccionar** los marcos dentro de la colmena. Cada marco es retirado con precisión. Utiliza ambas manos, ejerciendo una presión constante para levantarlos, ya que el propóleo, la resina pegajosa que las abejas utilizan para sellar las aberturas, hace que estén firmemente adheridos. Antonio **debe hacer palanca** cuidadosamente con su herramienta para no dañar los frágiles panales llenos de miel.

Los marcos, una vez liberados, son pesados. Cada uno puede pesar entre 2 y 4 kg cuando está lleno de miel. Antonio levanta los marcos y los coloca en una caja especial con compartimentos. El esfuerzo físico se intensifica aquí: el **levantamiento repetido** de los marcos y la necesidad de mantener un ritmo **constante** para evitar que las abejas se alteren.

Una vez que todos los marcos han sido retirados, Antonio y su equipo cargan las cajas en una carretilla. La carretilla, aunque facilita el transporte, requiere empuje y control constantes, especialmente al maniobrar sobre el terreno irregular del campo. El peso acumulado en la carretilla hace que el trabajo sea físicamente exigente, demandando fuerza y equilibrio.

Con la miel extraída, Antonio vuelve a las colmenas vacías. Aquí comienza el proceso de **limpieza y preparación** para el siguiente ciclo. Retira cualquier cera vieja o residuos con una espátula. Este es un trabajo que requiere fuerza en las manos y precisión, ya que debe hacerlo sin dañar la estructura de la colmena. Cada marco es revisado; aquellos que están en mal estado son retirados y reemplazados por otros nuevos.

Manipular los marcos requiere tanto fuerza como habilidad. Los movimientos deben ser firmes pero controlados, ya que un movimiento brusco podría causar daños o molestar a las abejas que ya empiezan a regresar a sus colmenas.

Finalmente, Antonio y su equipo cargan los recipientes llenos de miel en la camioneta. Aquí, el trabajo físico es intenso. Levantar los recipientes pesados y colocarlos de manera segura en el vehículo requiere fuerza y coordinación. El terreno **accidentado** añade un desafío adicional: cualquier desliz puede causar un accidente, por lo que cada movimiento debe ser calculado.

El transporte de la miel por caminos rurales mal mantenidos implica un esfuerzo continuo para mantener el control del vehículo y asegurar que la carga no se dañe. Antonio conduce con cuidado, sabiendo que un mal movimiento podría significar la pérdida de una parte significativa de su producción.

De vuelta en el apiario, Antonio repite el proceso de manipulación fina y cuidadosa al cerrar las colmenas. Cada tapa debe ser colocada con precisión para asegurar que las colmenas queden bien selladas. El cierre adecuado de las colmenas es crucial para proteger a las abejas de los depredadores y las inclemencias del tiempo.

El **cansancio** empieza a sentirse en cada músculo. Después de un día de movimientos repetitivos, levantamiento de peso y manipulación fina, Antonio siente el desgaste físico. Sin embargo, sabe que es parte de su trabajo, un trabajo que, a pesar de ser exigente, le da una gran satisfacción.

Mapa de experiencia

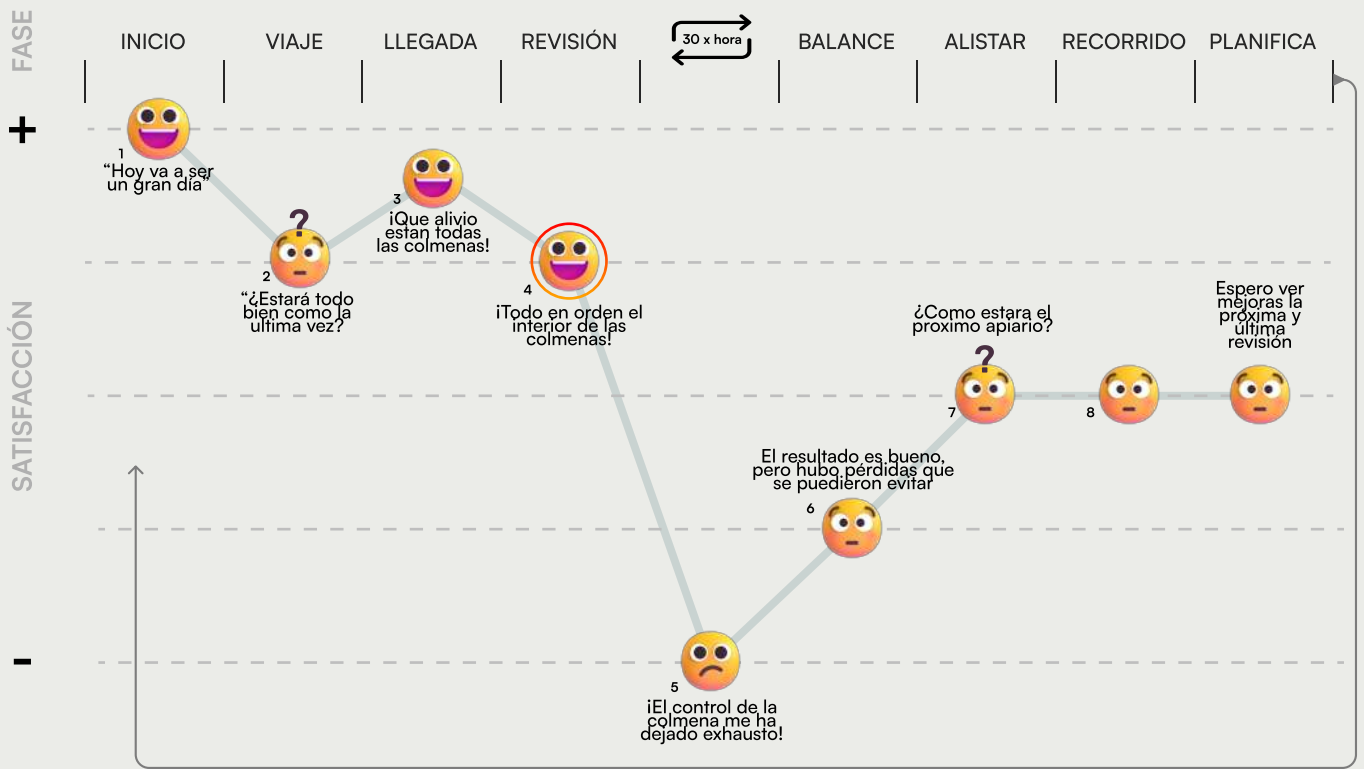
El proceso de control de apiarios involucra una serie de etapas que generan una intensa carga emocional para los apicultores. Desde la preparación hasta el cierre de las inspecciones, los apicultores atraviesan emociones que van desde la ansiedad y la expectativa hasta la frustración y el alivio. Cada interacción con las colmenas, ya sea al observar el estado general o al aplicar acciones correctivas, demanda un alto nivel de concentración y esfuerzo físico. Estas emociones no solo reflejan los desafíos técnicos del cuidado de las abejas, sino también el profundo compromiso y conexión que los apicultores tienen con su labor y el bienestar de sus colmenas.



Escenario (periodo de control)

Descripción: en temporada alta el apicultor llega al apiario en tiempos de cosecha y comienza aplicando humo para calmar a las abejas, facilitando el acceso a las colmenas. Abre las colmenas con cuidado, inspecciona los cuadros de miel y verifica el estado de las colonias, realizando el movimiento de alza por alza.

FASE	INICIO	VIAJE	LLEGADA	REVISIÓN	30 x hora	BALANCE	ALISTAR	RECORRIDO	PLANIFICA
TAREA	<ul style="list-style-type: none"> Organiza la salida Se levanta temprano Revisa las herramientas antes de salir 	<ul style="list-style-type: none"> Busca a su ayudante temporal. Viaja a apiario 	<ul style="list-style-type: none"> Se adentra a terreno Colocarse la vestimenta Visualización rápida del apiario 	<ul style="list-style-type: none"> Selecciona las herramientas Destraba la colmena Abre la tapa Procede a retirar los 30 marcos. Los deposita en el suelo Alimenta e hidrata Evalúa la situación particular 	<ul style="list-style-type: none"> Repite la actividad anterior por cada colmena en el apiario 	<ul style="list-style-type: none"> Segmenta la producción Compara con temporadas anteriores 	<ul style="list-style-type: none"> Prepara el equipo para continuar su recorrido diario. 	<ul style="list-style-type: none"> Se dirige a otro lugar donde tiene sus apiarios distribuidos 	<ul style="list-style-type: none"> Expecta su próxima salida de control acercándose a la extracción



○ Puntos de alteración de la colonia

OPORTUNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Permitir al apicultor ir al apiario con las expectativas claras. Reducir la cantidad de herramientas necesarios.	Encontrar personal disponible para el control de apiarios. Permitir saber lo que sucede en el apiario.	Mejorar la seguridad con la implementación de un sistema anti-robo. Detectar que colmenas y/o apiarios necesitan atención puntual.	Colmena como mesa de trabajo. Eliminar el levantamiento de colmenas. Acopio de agua natural. Permitir la extracción y colocación de marcos en el mismo lugar.	Disminuir movimientos en la intervención en la mayor cantidad de niveles.	Permitir una rápida comparación de las campañas. Registrar lo que está sucediendo no estando en el apiario como antecedente.	Permitir al apicultor tener las expectativas claras del siguiente destino.	—	Anotarse las próximas tareas a realizar. Organizar sus próximos controles.



Conclusión

Las dificultades en la manipulación de colmenas, el esfuerzo físico requerido, la complejidad en el mantenimiento, control, el miedo a robo, saber que sucede de "antemano" evidencian oportunidades clave para la innovación.

Análisis postural y manipulación fina

La información obtenida a través de la observación directa y el análisis en campo nos permite desarrollar soluciones innovadoras que mejoran la interacción del usuario con los equipos apícolas, optimizando la ergonomía, reduciendo el riesgo de lesiones, y aumentando la eficiencia operativa. Estos hallazgos también guían el diseño de herramientas y colmenas que no solo minimizan el estrés en las abejas, sino que promueven el bienestar integral del apicultor y favorecen la sostenibilidad de la actividad. Al centrar nuestro enfoque en las situaciones ergonómicas que complejizan la labor diaria, podemos crear un producto más intuitivo y adaptado a las necesidades reales de los usuarios, alineado con principios de usabilidad y eficiencia, logrando un impacto positivo tanto en la productividad como en la salud del trabajador.



En esta imagen se logra visualizar una forma de agarre "tipo pinza" con los dedos que utilizan para la extracción y visualización de los marcos. Implica retirar 1 a través de herramienta para luego seguir con el resto. Por otro lado, dentro del alza los marcos conllevan una separación necesaria para una producción natural de las abejas.

Cantidad de repeticiones: se realiza el levantamiento y control de cada marco de la colmena dependiendo la cantidad que disponga cada una (30 marcos como numero estandar)



La extracción de marcos en la apicultura implica movimientos repetitivos que afectan negativamente los hombros, codos y muñecas del apicultor. Estos movimientos, como levantar y separar marcos, pueden causar tensión acumulativa, resultando en molestias y lesiones a largo plazo, como tendinitis y síndrome del túnel carpiano. La imagen ilustra claramente estos movimientos, mostrando cómo la postura del apicultor tensa sus articulaciones. Es fundamental implementar herramientas ergonómicas y técnicas adecuadas para reducir el riesgo de lesiones y mejorar la salud en la apicultura.



Peso marco	Peso cera	Peso miel
160g	100g	2.5kg
Peso total por marco		2.76kg
Peso total de levantamientos (30 marcos)		82kg

Movimientos articulares repetitivos al extraer los marcos pueden afectar negativamente los hombros, codos y muñecas.



La altura de las colmenas puede afectar la postura de los apicultores, obligándolos a inclinarse o estirarse para alcanzar los marcos, lo que genera tensión en la zona lumbar. Estas malas posturas prolongadas pueden provocar problemas de salud, como dolor lumbar y lesiones en la columna. Para reducir estos riesgos, es esencial ajustar la altura de las colmenas a un nivel adecuado y utilizar herramientas ergonómicas, lo que facilitaría el trabajo sin comprometer la postura. Además, capacitar a los apicultores en técnicas de manejo puede contribuir a mejorar su salud y bienestar a largo plazo.



La altura de las colmenas afecta directamente la postura de los apicultores, principalmente en la cadera y las rodillas. Cuando las colmenas están a una altura inadecuada, los apicultores deben adoptar posturas incómodas, lo que puede provocar tensiones y problemas musculoesqueléticos a largo plazo. Además, factores ambientales como el clima, la humedad y el barro de las lluvias complican las condiciones de trabajo, aumentando el riesgo de caídas y lesiones. Por ello, es fundamental colocar las colmenas a una altura adecuada y mejorar las condiciones del entorno, implementando caminos accesibles y plataformas estables, así como capacitar a los apicultores en técnicas de manejo para prevenir lesiones.



Las limitadas áreas de manipulación dificultan mover las colmenas con comodidad, lo que puede provocar dolores y lesiones en los dedos y muñecas. Considerando que un alza de colmena llena puede pesar entre 20 y 30 kilogramos, estas tareas resultan aún más desafiantes y exigen un esfuerzo físico considerable por parte de los apicultores.



El manejo de las colmenas requiere una gran atención por parte de los apicultores, ya que deben asegurarse de mantenerlas con suficiente agua para garantizar la correcta hidratación de las abejas y proporcionarles alimento adicional fuera de temporada. Todo esto implica que los apicultores tengan que mover baldes y bidones de agua constantemente, lo que puede ser un factor negativo debido al peso y al esfuerzo físico requerido.



Los apicultores utilizan carros para transportar las colmenas hacia los apiarios, lo que implica una carga intensiva de las colmenas en los vehículos y a menudo requiere la colaboración de varias personas para completar la tarea de manera segura. Sin embargo, este proceso puede provocar el deterioro y la ruptura de las colmenas, especialmente si no se manejan adecuadamente durante la carga y el transporte. El movimiento brusco, la falta de soporte adecuado y el exceso de peso pueden comprometer la integridad de las colmenas, afectando tanto la salud de las abejas como la calidad del producto final. Por lo tanto, es crucial implementar prácticas adecuadas y utilizar herramientas que faciliten este proceso, minimizando el riesgo de daños y asegurando un transporte seguro y eficiente.

Experiencia 1

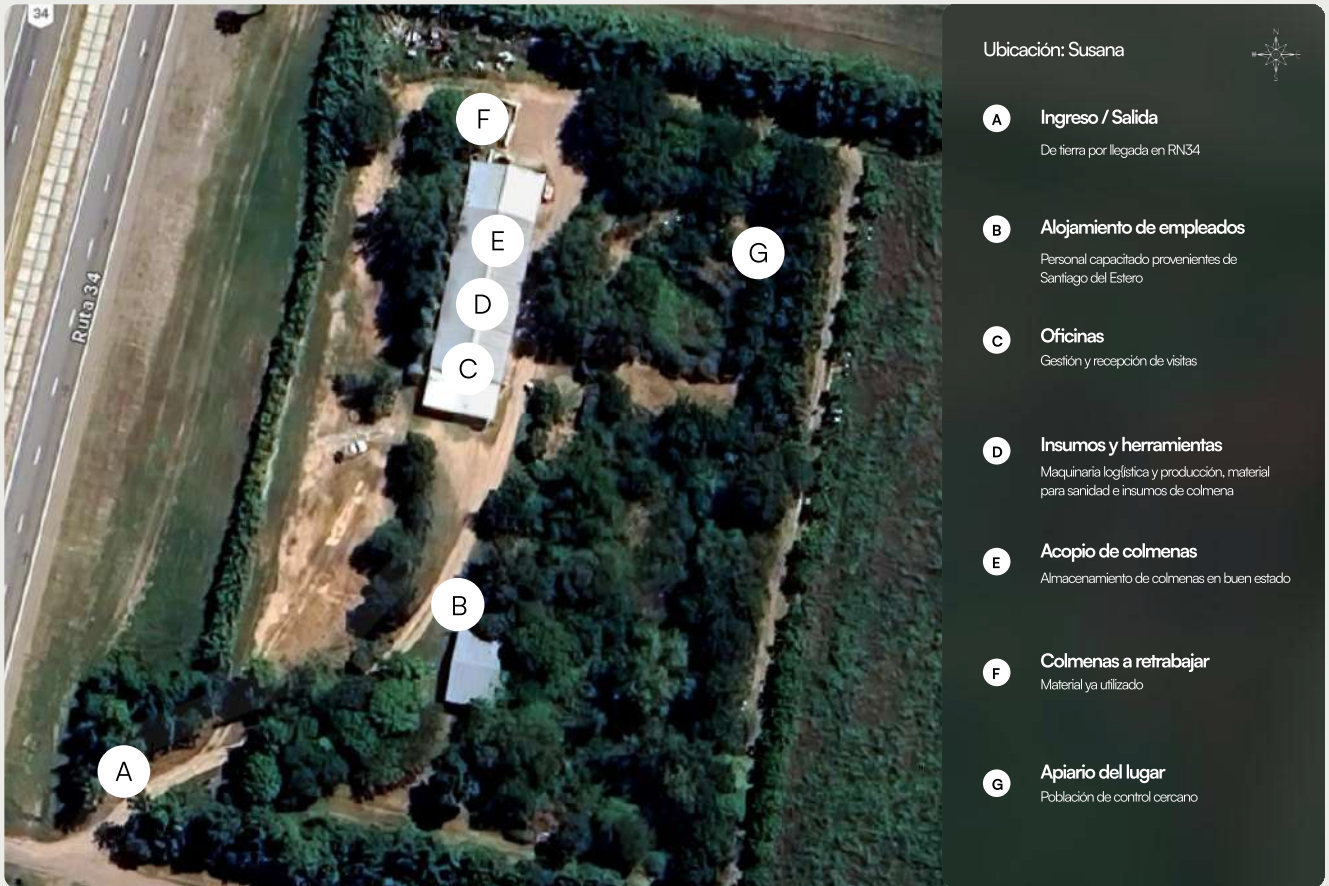


Fotografía tomada con el apicultor Cristian Vaudagna en su cabaña apícola, el 30 de agosto de 2024.

El apicultor gestiona un total de 1800 colmenas, lo que le permite mantener una operación apícola de gran escala, produciendo un total de 90 toneladas de miel al año. Cuenta con el apoyo de un equipo de 4 operarios altamente capacitados, lo que garantiza un manejo eficiente y cuidadoso de las colmenas, optimizando la producción. Además, posee una sala de extracción propia, lo que no solo le permite controlar todo el proceso de cosecha y procesamiento de la miel, sino también asegurar la máxima calidad del producto final. Esta infraestructura y equipo le otorgan mayor independencia y flexibilidad, reduciendo costos operativos y garantizando un producto trazable, ideal para competir en mercados de miel de alta calidad. La capacidad de producir grandes volúmenes anualmente refuerza su posición en la industria, ofreciendo una combinación de calidad y cantidad que satisface tanto a los consumidores locales como a los mercados internacionales.

Diagramas de distancias del apicultor

En este apartado se presenta el establecimiento de trabajo, acompañado de una vista satelital que permite visualizar cómo se desplazan los apicultores dentro de la infraestructura destinada a la preparación y acopio de colmenas. Esta perspectiva facilita la identificación de patrones de movimiento y desplazamiento que ocurren al interactuar con los distintos recursos y áreas de trabajo, proporcionando valiosa información para optimizar los flujos operativos y mejorar la eficiencia en las tareas diarias.



Point of view

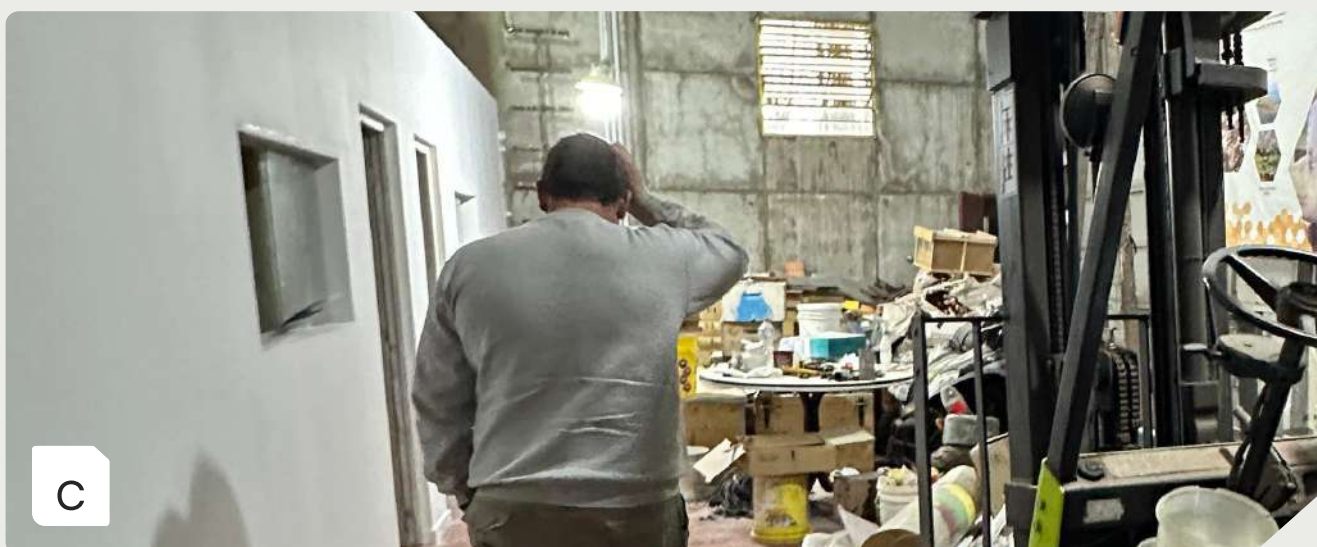
Por otro lado, realizamos fotografías en perspectiva POV (punto de vista), que proporcionan un contexto de uso real, mostrando no solo cómo se utilizan los objetos, sino también cómo se integran en el entorno más amplio. Estas imágenes permiten comprender mejor las condiciones ambientales, como el clima, la iluminación y otros factores que influyen en el trabajo de los apicultores. Este tipo de observación es fundamental para el desarrollo de productos que sean tanto funcionales como duraderos en las condiciones reales de trabajo, asegurando que las soluciones propuestas respondan a las necesidades del entorno apícola.



En la imagen A se aprecia claramente el acceso principal a la cabaña apícola, un camino de tierra de carácter rústico que conecta directamente con la Ruta Nacional N°34. Esta entrada, aunque sencilla, refleja el entorno rural en el que se desarrolla la actividad apícola, proporcionando un acceso funcional tanto para los vehículos de los apicultores como para el transporte de colmenas y equipos. La proximidad a una ruta nacional estratégica facilita el transporte y logística de la producción de miel, mejorando la eficiencia en el traslado hacia otros destinos y mercados, lo que es un factor clave para la operación apícola a gran escala.



En la imagen B se observa el alejamiento de los operarios, personal capacitado proveniente de Santiago del Estero. Este alejamiento cercano al lugar de trabajo es estratégico, ya que en la actividad apícola es fundamental que los operarios estén disponibles para realizar tareas de control, manejo y cuidado de las colmenas de manera constante. Dado que las labores en las colmenas requieren atención regular y rápida respuesta a factores como las condiciones climáticas o la salud de las abejas, contar con personal alojado en las proximidades garantiza mayor eficiencia y capacidad de respuesta. Esta cercanía optimiza las operaciones, asegurando que el mantenimiento de las colmenas se realice sin retrasos, lo que es crucial para maximizar la producción de miel y mantener la salud de las colonias.



En la imagen C se aprecian las oficinas, que se encontraban en proceso de construcción y remodelación. Estas instalaciones, una vez finalizadas, estarán diseñadas para mejorar la gestión administrativa y operativa de la actividad apícola. La remodelación busca no solo modernizar el espacio, sino también optimizar las condiciones laborales del equipo, facilitando la coordinación de tareas como el monitoreo de colmenas, la planificación de cosechas y la gestión de logística. Contar con oficinas adecuadas es esencial para llevar a cabo una administración eficiente, brindando un entorno cómodo y funcional que apoye tanto la toma de decisiones como la supervisión de las operaciones diarias.



En la imagen D, se puede observar y documentar insumos y herramientas que tienen a su disposición. Esto incluye maquinaria tanto para la logística como para la producción, así como materiales destinados a la sanidad de las colonias y diversos insumos para las colmenas. La correcta gestión y mantenimiento de estos recursos son fundamentales para garantizar la salud de las abejas y la eficiencia en la producción de miel. La disponibilidad de maquinaria adecuada y de insumos de calidad permite a los apicultores optimizar sus procesos, asegurando que cada etapa de la operación se realice de manera efectiva y en condiciones óptimas, lo que contribuye a la sostenibilidad y rentabilidad de la actividad apícola.



En la imagen E, se observa el acopio de colmenas dentro de las instalaciones, donde se lleva a cabo un almacenamiento adecuado y cuidadoso de las colmenas en buen estado. Este espacio está diseñado para proteger las colmenas de las inclemencias del tiempo y otros factores ambientales que podrían comprometer su integridad. Mantener un inventario de colmenas en óptimas condiciones es esencial para asegurar la continuidad de la producción, permitiendo que los apicultores tengan acceso inmediato a las colmenas cuando sea necesario. Además, un almacenamiento eficiente contribuye a la organización del trabajo, facilitando la rotación de colmenas y asegurando que se utilicen en el momento más propicio para maximizar la producción de miel. La buena gestión de este acopio también permite mantener un control de calidad, asegurando que las colmenas estén listas para ser colocadas en los apiarios en condiciones óptimas para el desarrollo de las colonias.



F

En la imagen F se observa el material utilizado que ha sido almacenado para posibles reutilizaciones y/o colmenas que requieren retrabajo. Este enfoque no solo refleja una práctica sostenible en la apicultura, sino que también permite a los apicultores maximizar la eficiencia de sus recursos. Al almacenar materiales que pueden ser reparados o reacondicionados, se reduce la necesidad de adquirir nuevos insumos, lo que puede disminuir costos y minimizar el impacto ambiental. Además, esta práctica fomenta un ciclo de producción más responsable, donde cada componente se valora y se aprovecha al máximo. La posibilidad de retrabajar colmenas también asegura que las estructuras en uso cumplan con los estándares de calidad y seguridad necesarios para mantener la salud de las colonias, contribuyendo así a una producción de miel más eficaz y sostenible a largo plazo.



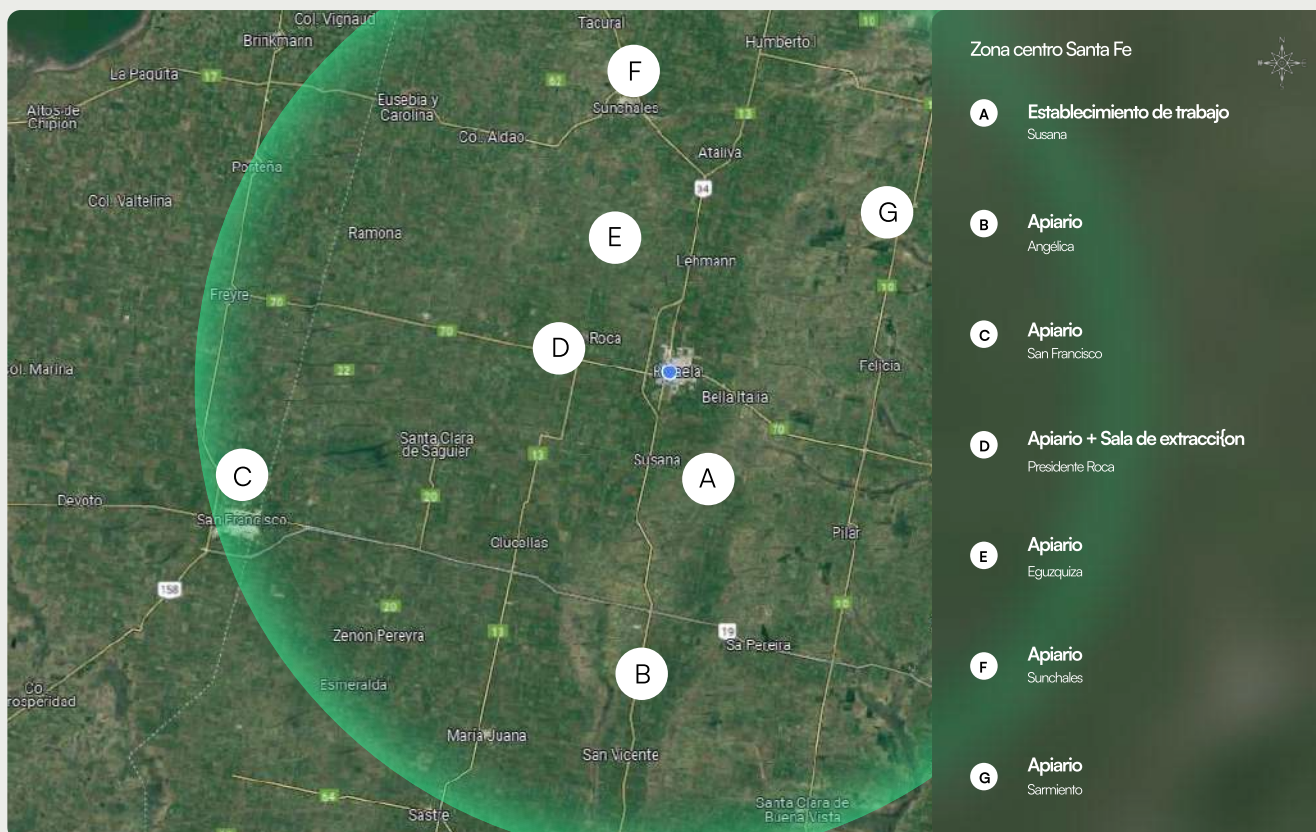
G

En la imagen G, se puede observar un pequeño apiario que alberga un número reducido de colmenas, el cual funciona como una población de control cercana. Este apiario no solo permite monitorear la salud y el comportamiento de las abejas en un entorno controlado, sino que también sirve como zona de pruebas y experimentación para nuevas técnicas de manejo y optimización de la producción. Al realizar pruebas en este apiario, los apicultores pueden evaluar el rendimiento de diferentes estrategias de alimentación, sanidad y manejo de colmenas antes de aplicarlas a una escala mayor. Esta metodología de trabajo es crucial para garantizar que las prácticas implementadas sean efectivas y sostenibles, además de ayudar a identificar rápidamente cualquier problema o desafío que pueda surgir en las colmenas. La existencia de este espacio de control contribuye a una apicultura más científica y fundamentada, facilitando la toma de decisiones informadas que mejoren la salud de las colonias y la producción de miel.

A través de esta experiencia en días de lluvia, donde la imposibilidad de trabajar bajo estas condiciones se convierte en un desafío, surge la oportunidad de implementar sistemas de aislamiento a la intemperie que permitan operar en el apiario. En este contexto, el aislamiento del suelo se presenta como un requisito fundamental, ya que protege las colmenas de la humedad y garantiza un entorno más adecuado para las abejas. Además, la gestión eficiente del agua cobra mayor importancia, contribuyendo a la reducción de viajes y costos operativos. Esta necesidad de adaptación no solo mejora la resiliencia de la actividad apícola ante condiciones climáticas adversas, sino que también fomenta la innovación en soluciones que optimizan el trabajo y promueven la sostenibilidad en la apicultura.

Distribución de apiarios

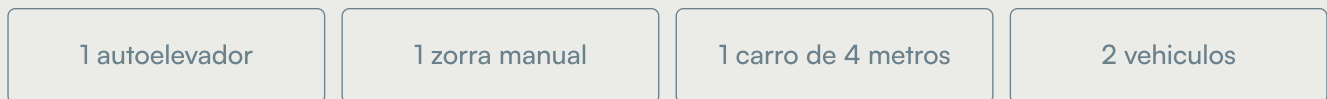
En este apartado, presentamos la distribución de los apiarios pertenecientes a Cristian Vaudagna, utilizando una vista satelital que permite observar y comprender las rutas y patrones de movimiento de los apicultores entre los diferentes apiarios. Este enfoque proporciona una visión clara de cómo se desplazan los apicultores y qué factores influyen en sus decisiones de movilidad, como los caminos disponibles, las distancias a recorrer y las barreras naturales presentes en el entorno. Esta información es invaluable para diseñar soluciones que reduzcan la carga de trabajo y mejoren la eficiencia en el manejo de colmenas, optimizando así las operaciones apícolas y facilitando un acceso más ágil y efectivo a cada uno de los apiarios.



Este recorrido ilustra las distancias que debe recorrer el apicultor para tratar y trabajar sus apiarios, lo que implica un significativo consumo de tiempo y recursos logísticos. A continuación, presentamos un análisis detallado de los datos y cifras que este apicultor maneja en su actividad diaria.



Herramental pesado a disposición del apicultor

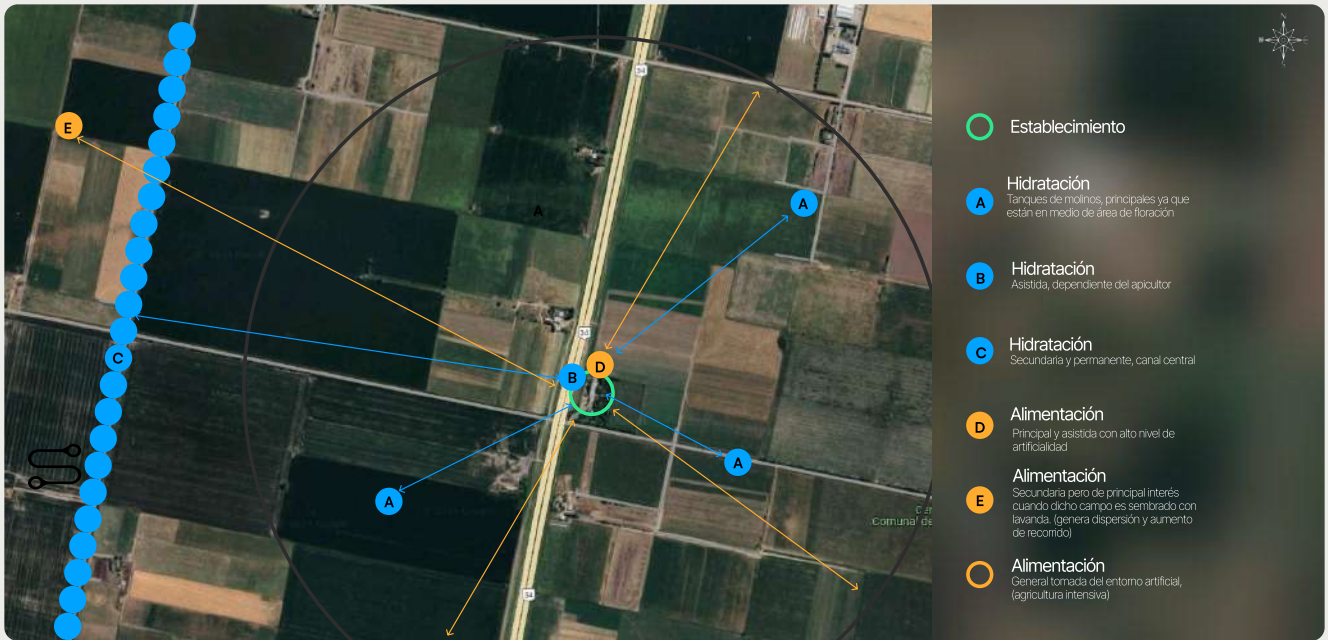


Con base en esta información, identificamos como objetivo y oportunidad la implementación de propuestas de ubicación fija en los apiarios, lo que desincentiva la trashumancia. Además, se destaca la importancia de incorporar sistemas de control y monitoreo a distancia a través de la aplicación móvil. Esta estrategia permitirá al apicultor reducir significativamente la necesidad de desplazamientos, liberando tiempo que puede ser destinado a otras actividades. Como resultado, se logrará una mayor escalabilidad en sus operaciones y un ahorro económico considerable, optimizando así la gestión apícola y mejorando la rentabilidad del negocio.

Datos e información brindada personalmente por parte de Cristian Vaudagna en la visita el 30 de agosto del 2024

Diagrama de distancias de las abejas

En este apartado presentamos una imagen satelital que facilita la visualización de los movimientos de las abejas en su entorno. Este análisis permite identificar patrones de desplazamiento y las distancias recorridas, lo cual es fundamental para comprender las direccionalidades del enjambre. En particular, se pone de relieve la influencia de la proximidad a puntos de hidratación y fuentes de alimentación naturales, que son cruciales para la actividad de forrajeo de las abejas. Esta información resulta útil para optimizar la ubicación de los apiarios y mejorar la gestión de recursos, favoreciendo así la salud y productividad de las colonias.



Las abejas melíferas suelen recorrer **entre 1.5 y 5 kilómetros** desde su colmena en busca de alimento

Las abejas suelen volar distancias más cortas, **menos de 1 kilómetro** en busca de agua

Es necesario que las abejas realicen recorridos cortos cerca de la colmena para minimizar su gasto energético

1L de agua consumen por día en promedio por cada colmena

Hidratación directa Regulación de temperatura y humedad Dilución de miel para consumo (alimento)

Amplitud térmica $24-37^{\circ}\text{C}$ \longrightarrow Gasto de potencia en termoregulación $23,898\text{ W} / 41,07\text{ W}$

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama, Escuela de Diseño Industrial & Escuela de Ingeniería Electromecánica Duitama, Colombia 2021

Objetivo del proyecto: disminuir viajes/distancias en búsqueda de agua.

Objetivo del proyecto: disminuir la pérdida calórica de interior a exterior para mitigar esfuerzos de regulación.

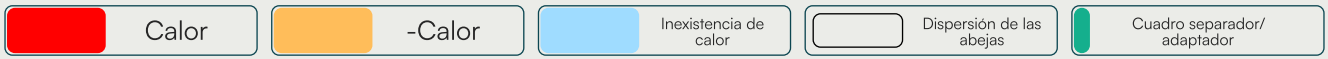
Fortalece la idea de sistemas de recolección de agua para hidratación

Fortalece la idea de mejora del aislamiento térmico

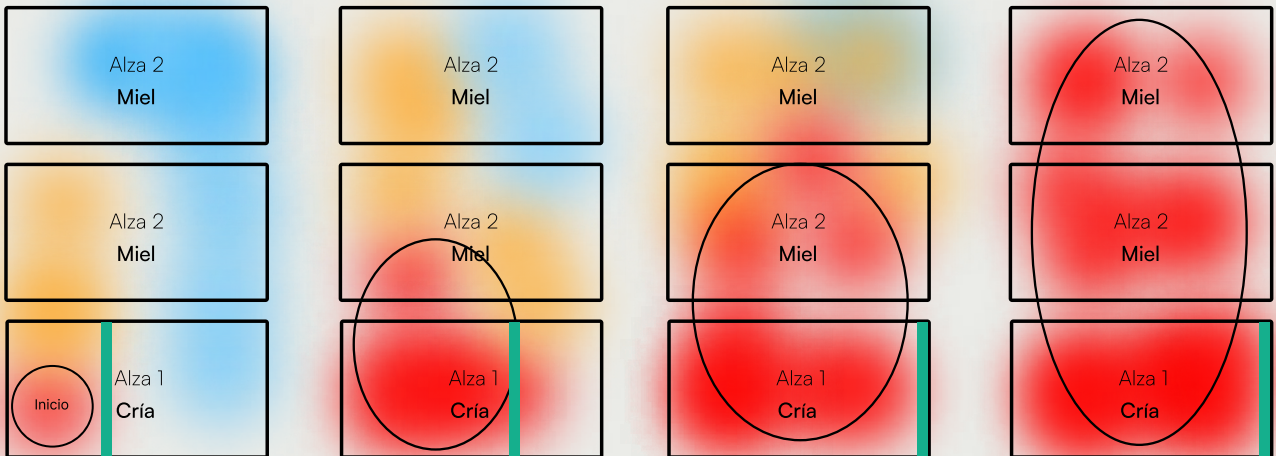
Progresividad de crecimiento y temperatura

En este apartado, se analiza la importancia de la temperatura interna del apiario, que es auto sustentada y regulada por las propias abejas.

Este fenómeno es crucial, ya que sin una temperatura adecuada y distribuida de manera uniforme, la dispersión y el crecimiento de las colonias no se concretan de manera efectiva. Las abejas desempeñan un papel vital en la regulación térmica, utilizando técnicas como el aleteo y la agrupación para mantener un ambiente óptimo. Este control térmico no solo favorece el desarrollo de la cría, sino que también influye en la producción de miel y en la salud general de la colmena. La comprensión de estos aspectos es esencial para implementar prácticas que optimicen las condiciones de vida dentro del apiario, asegurando así un crecimiento saludable y sostenible de las colonias.



Colmena tradicional vertical



Hasta 40-60k de abejas en temporada primavera/verano

Colmena horizontal

Diseño y diagramación de colmena propuesta hasta el 30/08/2024



Influencia de colores y formas geométricas

Las abejas muestran un comportamiento notablemente influenciado por los colores y formas geométricas de las colmenas. En términos de colores, las abejas son más atraídas por tonos brillantes y contrastantes, como el amarillo y el azul, lo que puede mejorar la visibilidad de las colmenas en su entorno. Este atractivo visual les ayuda a reconocer y recordar la ubicación de sus hogares. Además, utilizan los colores para distinguir su colmena de las colmenas vecinas, lo que es crucial para evitar la "deriva", un fenómeno en el que las abejas entran en la colmena equivocada, lo que puede causar conflictos o una distribución desigual de las abejas.

En cuanto a las formas geométricas, las abejas pueden ser sensibles a las estructuras simétricas y bien definidas, que les resultan familiares y fáciles de identificar.

La forma hexagonal, característica de los panales, no solo es funcional en términos de almacenamiento de miel y polen, sino que también puede influir en su percepción y navegación. En conjunto, el uso de colores vibrantes y formas claras en el diseño de las colmenas puede facilitar la orientación y el regreso de las abejas, optimizando así su eficiencia en la forrajera.



Habilita a nuevos cambios en los colores en zonas específicas de la colmena

Registro fotográfico



Levantamiento de marcos evidenciando la manipulación fina que se utiliza en su intervención.



Distribución de las colmenas aprovechando la sombra de los arboles, beneficioso para el bienestar de las mismas.



Levantamiento de alza evidenciando las malas posturas que se utiliza en su intervención.



Métodos artesanales y tradicionales para mantener la altura de las colmenas.



Métodos artesanales y tradicionales para mantener la altura de las colmenas.



Herramental utilizado para el levantamiento de los marcos



Variedad de colores y tamaños de colmenas.



Foto macro del excluidor utilizado para separar a la abeja reina de las demás alzas.



Vehículo utilizado para el movimiento y traslado hacia sus apiarios.



Muestra de un marco ya utilizado con la cera deteriorada.



Foto macro de los hexágonos perfectos hechos naturalmente por las abejas.



Espacio de circulación y movimientos dentro del apiario.

El registro fotográfico realizado dentro del apiario nos proporciona una valiosa fuente de información sobre diversas prácticas y condiciones del manejo apícola. Este levantamiento de datos incluye la manipulación fina de marcos, la distribución estratégica de colmenas aprovechando la sombra de los árboles para el bienestar de las abejas, y la identificación de posturas inadecuadas al levantar alzas, lo que puede influir en la ergonomía del trabajo.

Además, se documentan los métodos artesanales y tradicionales utilizados para mantener la altura de las colmenas, el herramental empleado en el levantamiento de marcos, y la variedad de colores y tamaños de colmenas presentes. Las imágenes macro del excluidor, los hexágonos perfectos construidos por las abejas y el estado de un marco utilizado con cera deteriorada ofrecen una visión detallada del entorno de trabajo y de las condiciones de las colmenas.

Este relevamiento no solo nos ayuda a entender mejor las prácticas actuales en el apiario, sino que también nos permite identificar oportunidades de mejora en términos de ergonomía, bienestar de las abejas y eficiencia operativa. La información recopilada es de gran ayuda para trabajar en el proceso de diseño de una nueva colmena, contribuyendo a desarrollar soluciones que optimicen el manejo de los apiarios y favorezcan la sostenibilidad de la actividad apícola.

Experiencia 2



Fotografía tomada con el apicultor Cristian Riggeri luego de una entrevista personal el 6 de mayo del 2024.

El apicultor gestiona un total de 420 colmenas, lo que le permite mantener una operación apícola de mediana escala, produciendo aproximadamente 12,5 toneladas de miel al año. Aunque cuenta con el apoyo de un único operario de forma temporal, la dificultad para encontrar personal calificado representa un desafío constante, afectando la eficiencia en el manejo de las colmenas. Esto es especialmente relevante, ya que su perfil es autogestivo y su escalabilidad está condicionada por límites físicos y barreras de disponibilidad operaria, que son inherentes a la naturaleza temporal de la actividad.

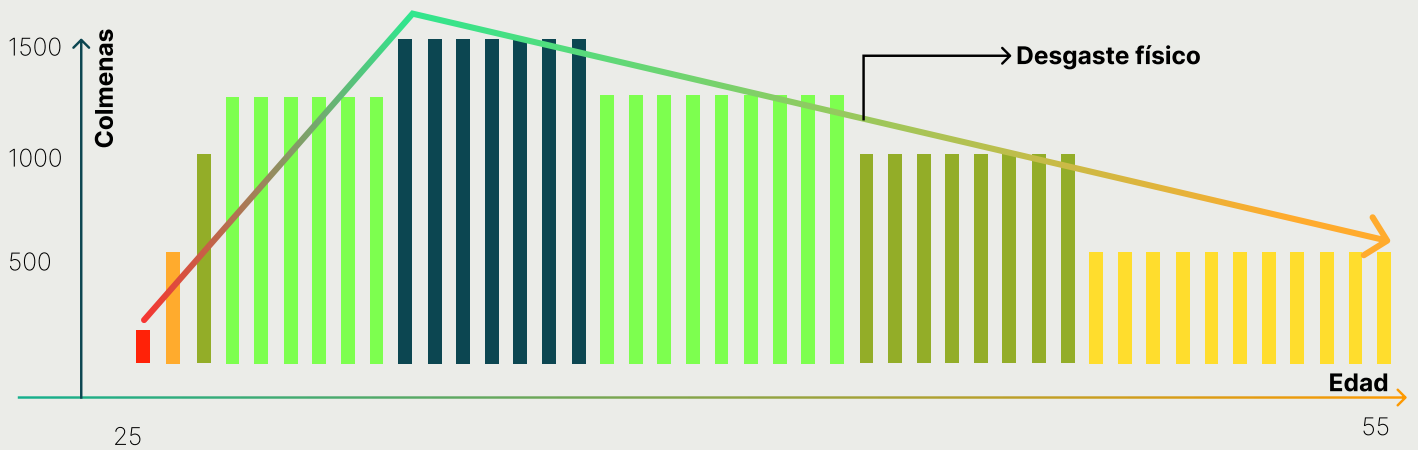
Adicionalmente, utiliza una sala de extracción proporcionada por una cooperativa local. Esta decisión no solo se debe a la necesidad de acceso a instalaciones adecuadas para el proceso de cosecha y procesamiento de la miel, sino también a un deseo de desligarse de la extracción directa de miel, permitiéndole enfocarse más en la gestión de sus colmenas y en otros aspectos del negocio. Sin embargo, esta dependencia de la cooperativa puede limitar su control sobre ciertos procesos y, en consecuencia, su capacidad para asegurar la máxima calidad del producto final.

Aunque su capacidad de producción es más limitada en comparación con grandes apicultores, la colaboración con la cooperativa le permite mantener altos estándares de calidad en su miel, vital para competir en mercados locales. La producción de 12,5 toneladas anuales, aunque menor, puede enfocarse en nichos de mercado que valoran la miel artesanal y de calidad, permitiéndole así establecer una propuesta diferenciada que satisfaga tanto a los consumidores locales como a aquellos que buscan productos únicos y de origen responsable.

“El principal capital de la actividad es el cuerpo humano”

Frase que denota la necesidad de los esfuerzos físicos implicados en la actividad y el desgaste de los mismos.

Tenencia de colmenas a lo largo del tiempo



Elaboración propia de un cuadro que muestra la evolución de la cantidad de colmenas a lo largo del tiempo, evidenciando su disminución conforme avanzan los años de los apicultores y los desgastes físicos acumulados en el transcurso.

A medida que los apicultores envejecen y su condición física se deteriora, es común que reduzcan el número de colmenas que manejan. Esta disminución impacta directamente en la productividad de su actividad, ya que la apicultura exige un esfuerzo físico considerable, incluyendo tareas como el levantamiento de marcos y la recolección de miel.

Aunque esta reducción puede aliviar el estrés físico del apicultor, también conlleva a una menor producción de miel, afectando no solo a su negocio, sino también a la industria en general. Además, la disminución en el número de colmenas puede comprometer la polinización de cultivos, afectando la biodiversidad local.

La falta de nuevas generaciones interesadas en la apicultura puede llevar a la pérdida de conocimientos tradicionales, poniendo en riesgo la sostenibilidad de esta actividad. Por lo tanto, es crucial implementar soluciones tecnológicas y de gestión que faciliten el trabajo de los apicultores, permitiéndoles seguir activos y productivos, incluso a medida que envejecen.

Experiencia 3



Realizamos una entrevista remota a través de mensajes con una fábrica de colmenas ubicada en Chaco el 16 de mayo de 2024, donde nos brindaron información valiosa sobre su proceso de trabajo y los diferentes procedimientos de fabricación de colmenas. Durante la conversación, se destacó la precisión en el corte y dimensionado de las piezas, así como el cepillado y lijado para obtener un acabado suave y libre de astillas.

También mencionaron el ensamblaje de las diversas partes de la colmena, seguido del tratamiento de la madera para garantizar su durabilidad. Además, abordaron la instalación de componentes adicionales, como rejillas o excluidores, así como el control de calidad, que asegura el cumplimiento de estándares en cada etapa del proceso. Finalmente, nos explicaron el embalaje y almacenamiento de las colmenas, lo que demuestra su atención al detalle en la preparación para la distribución. Esta entrevista nos permitió comprender mejor los métodos y la dedicación que caracterizan su producción.



\$170.000

precio aproximado en el mercado de las colmenas listas para usar.



500

unidades de colmenas producidas por mes.



5 operarios

para la fabricación de las colmenas.

“Los apicultores suelen adquirir solo las piezas que necesitan por deterioro o mantenimiento”.

Este enfoque de renovación gradual según el deterioro material sugiere la importancia de valorar y utilizar elementos modulares que conformen la colmena en su totalidad a la vez que se mejora su resistencia.

Imágenes macro

Capturar detalles específicos, revelando aspectos que no son evidentes a simple vista y que pueden tener significados simbólicos que denotan la rusticidad de los haceres artesanales de la actividad.



Detalle productivo de rebaba de madera en bajo relieve de la pared de la colmena, demuestra la baja atención a la terminación final.



Sobreprducción por encima de marcos, observación de adhesión a texturas porosas de la cera y comprendimiento de los excesos que pueden sufrir los marcos.



Tapa en chapa de aluminio (descarte de insumo de papeleras) engrampado y pintado para sellar posibles entradas de agua, muestra el reúso material como estrategia de resolución posible



Abeja empapada en polen vía microfilamentos de su cuerpo, este dato es crucial para entender como puede ser empapada la abeja en la piqueta a través del rozamiento para la protección contra ácaros.

Las vistas macro revelan detalles que simbolizan la rusticidad y autenticidad de los métodos artesanales en la apicultura y los haceres productivos de las colmenas. Estas imágenes destacan la precisión y la conexión con la naturaleza, subrayando la importancia de las prácticas sostenibles y la exposición al entorno

Dashboard

Los siguientes resultados estimados y mediciones tienen el objetivo de cuantificar y tomar dimensión de los esfuerzos derivadas de la observación y cruce de información obtenida con entrevistas a apicultores con trayectoria y datos de estudios similares para lograr simular situaciones que suceden en la actividad y lograr dar sentido comparativo, entendiendo que cada apicultor responde a diferentes métodos y capacidades.

Cantidad de visita a apiarios (anuales)

12

Segmentación de la frecuencia de visita

Actividad abejas	Estación	Frecuencia
Alta		Cada 10 a 14 días Las revisiones se centran en gestionar la acumulación de miel y mantener la salud de la colmena. Es importante monitorear las reservas de alimento y la presencia de la reina.
Baja		Cada 14 a 28 días Las revisiones se enfocan en preparar la colmena para el invierno, asegurando que haya suficiente miel almacenada y que las abejas estén sanas.
Muy baja		Cada 28 a 42 días Se realizan chequeos rápidos para asegurar que las abejas tengan suficiente alimento y que no haya problemas evidentes como enfermedades o humedad excesiva.
Muy alta		Cada 7 a 10 días Con un crecimiento rápido de la colmena. Las revisiones frecuentes ayudan a controlar la enjambrazón y asegurar que hay suficiente espacio para la cría y el almacenamiento de miel.

General en control de apiario y cosecha



Análisis de los movimientos por colmena

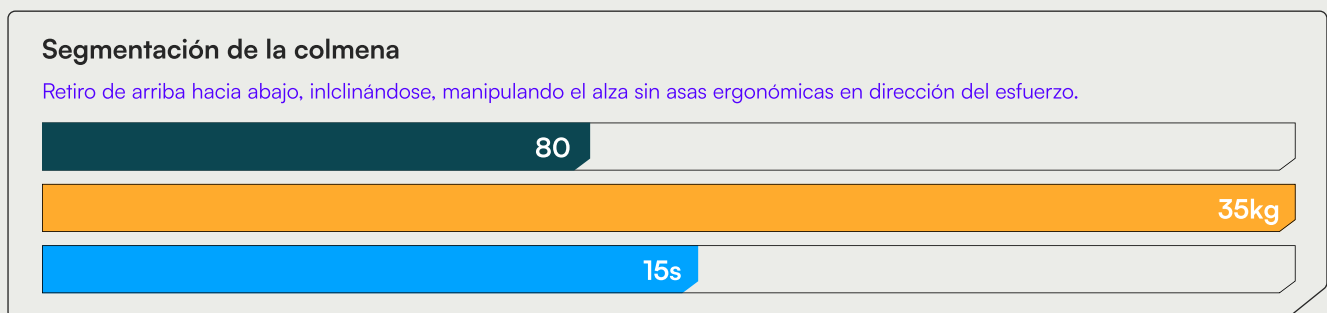
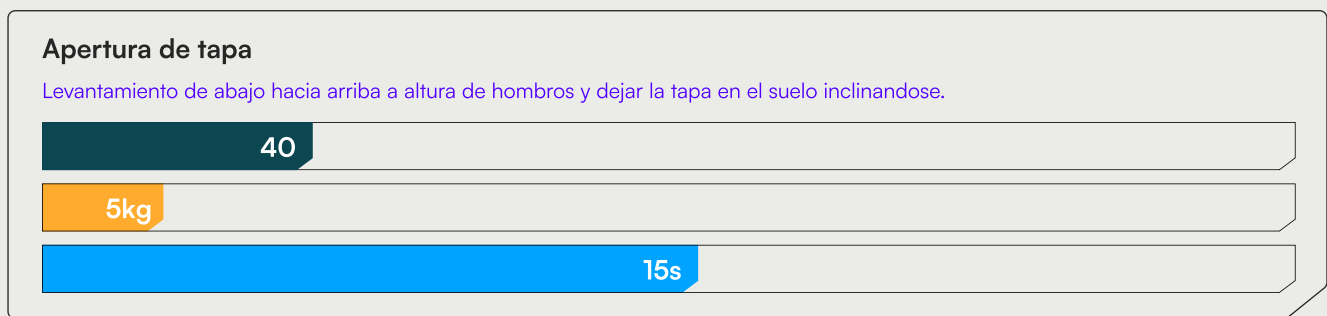
En períodos de actividad: **Muy alta**

Repeticiones

Peso en kilogramos (unitario)

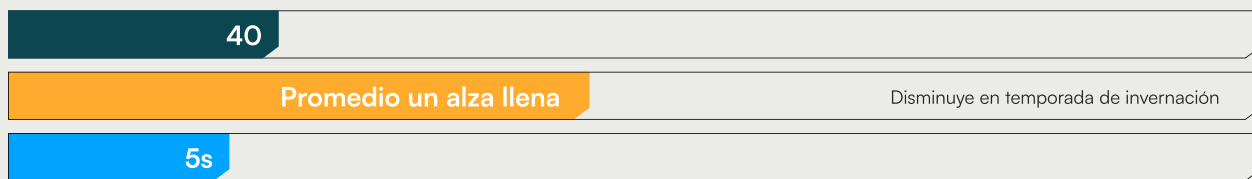
Duración en segundos (una repetición)

Descripción



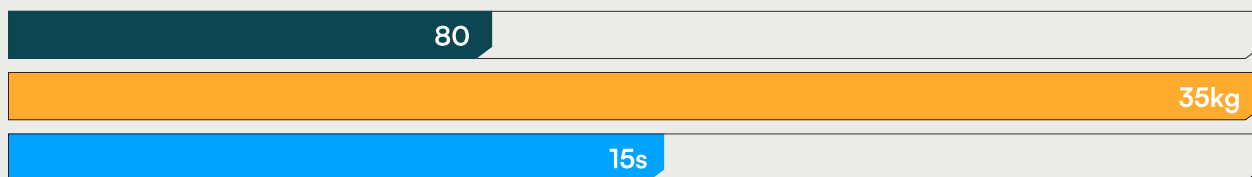
Tanteo de peso

Hacia arriba, los brazos son los medidores del peso y la espalda inclinada el sostén fijo del movimiento.



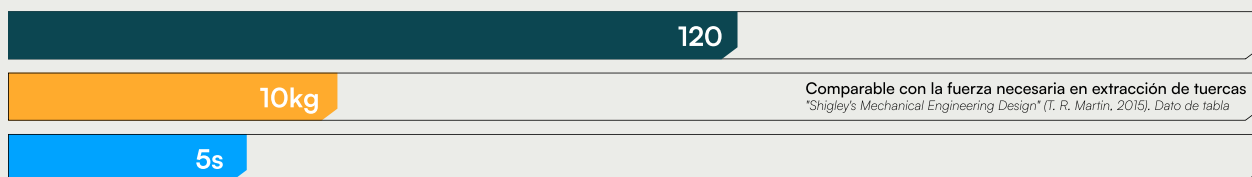
Rearmado de la colmena

De abajo hacia arriba desde el suelo, agachándose, manipulando el alza sin asas ergonómicas en dirección del esfuerzo.



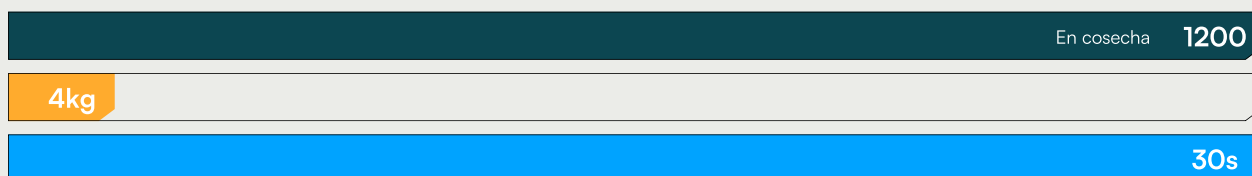
Agarre al extraer primer marco

Manipulación fina, "pellizco" de con dedos y ayuda con herramental de apriete tipo pinza.



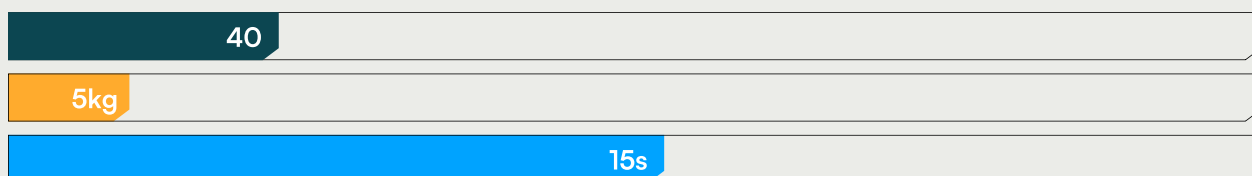
Levantamiento de marcos

Trabajo de muñecas, codos (rígidos), movimiento de hombros de abajo hacia arriba



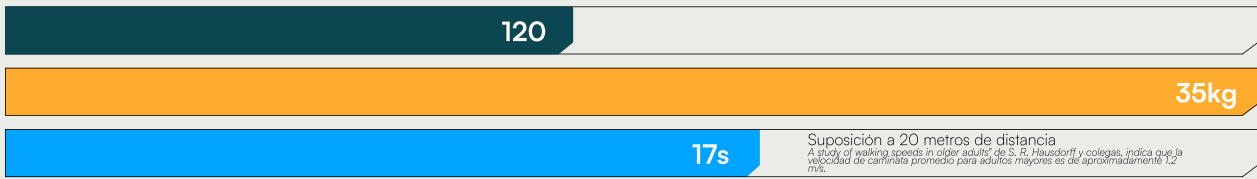
Cierre de tapa

Manipulación de tapa en el suelo, inclinándose, levantandola hasta altura de encastre.



Viaje hasta zona de carga

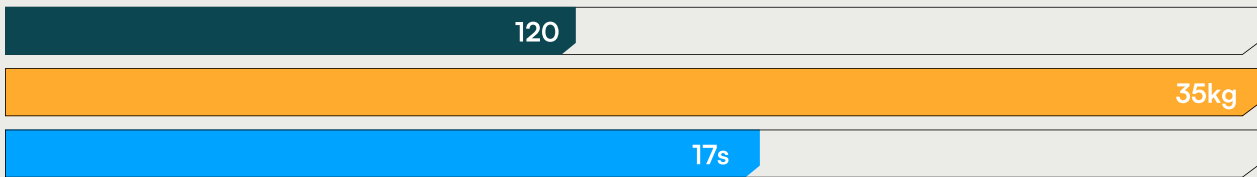
De abajo hacia arriba para manipulación y caminado con carga apoyada al pecho.



↑ ↓ Reducibles en 1

Carga al trailer

De abajo hacia arriba rotando hacia una altura por encima de los hombros.



Proceso proyectual



Introducción

La presente sección aborda el proceso proyectual llevado a cabo para el desarrollo de un innovador sistema de colmena, diseñado con el propósito de transformar la apicultura en Argentina, especialmente en el ámbito de los apicultores de pequeña escala. A lo largo de este proceso, se ha recorrido un extenso camino de investigación y análisis, enfocado en comprender los desafíos actuales del sector apícola, tales como la falta de avances tecnológicos aplicados y la disminución de la fuerza laboral, lo que ha afectado tanto la producción como la salud de las abejas.

En esta etapa, se han explorado diversas propuestas de diseño, evaluando múltiples factores, desde la ergonomía y la sostenibilidad, hasta la integración de tecnologías IoT para el monitoreo en tiempo real. Cada iteración fue orientada a crear un producto que no solo respondiera a las necesidades actuales de los apicultores, sino que también facilitara su adopción en una industria en constante evolución. La selección de materiales ligeros y duraderos, el diseño que reduce el estrés de las abejas, y la creación de una herramienta que promueve la trazabilidad y la productividad, fueron hitos clave a lo largo de este recorrido.

Este proceso proyectual culminó en un diseño integral que no solo revitaliza la apicultura, sino que también permite a los apicultores de pequeña escala especializarse en la producción de mieles características, brindándoles una ventaja competitiva en un mercado cada vez más exigente.

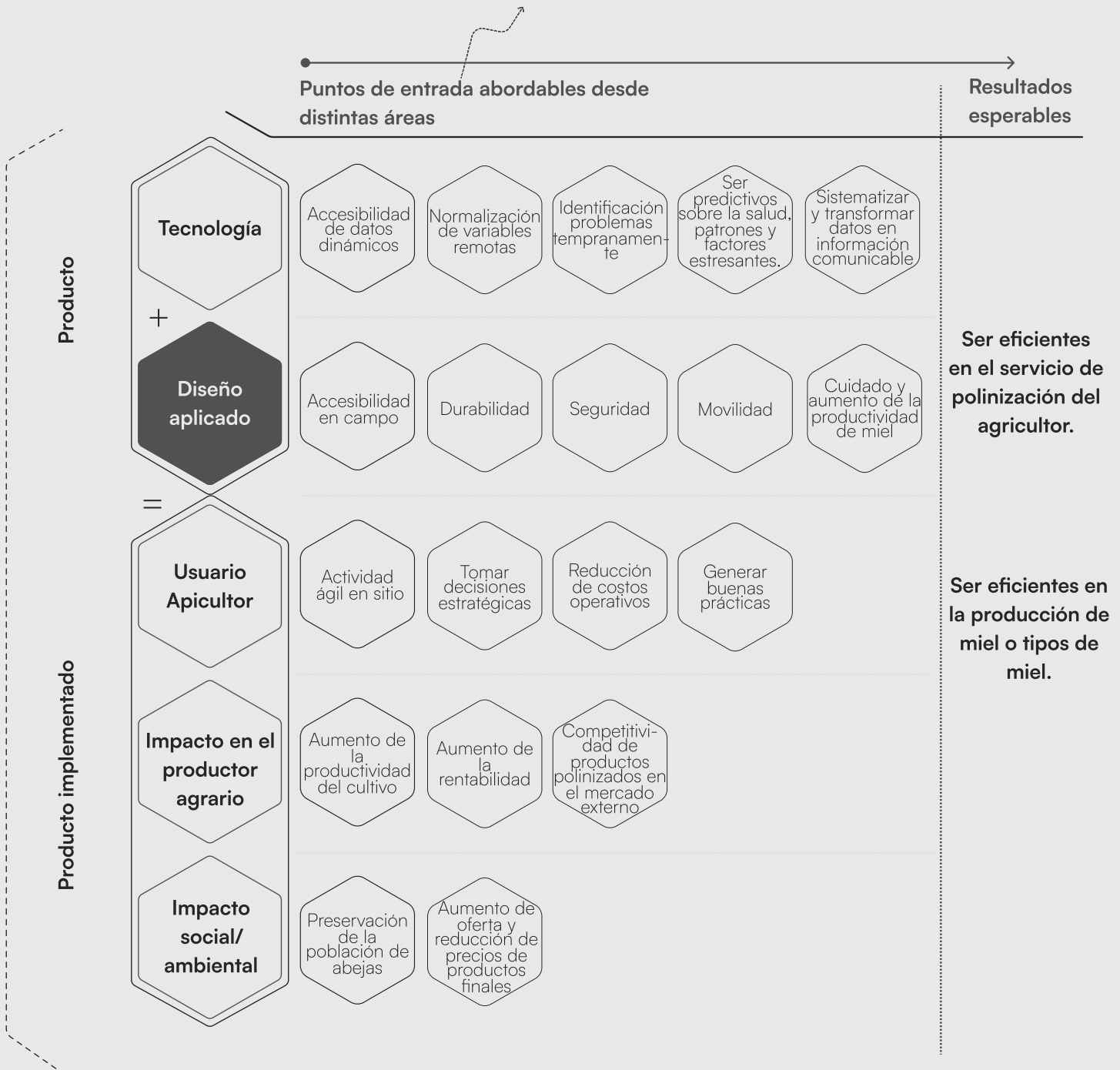
La colmena como producto habilitante

Se empieza a gestar la idea de producto sistémico que permite y/o facilita la mejora de otros productos, servicios o procesos dentro de un modelo multivariable.

Al considerar la colmena como un producto habilitante, se abre un amplio espectro de posibilidades que no solo benefician al apicultor, sino que también contribuyen a la sostenibilidad del medio ambiente y al bienestar de las colonias de abejas. Este enfoque no solo transforma la práctica de la apicultura, sino que también posiciona a los apicultores como agentes activos en la conservación y mejora de su entorno.

Nos permiten obtener una rica perspectiva para el proceso de diseño e investigación de la colmena como producto habilitante, permitiendo una comprensión holística de su funcionalidad y impacto en las cadenas de valor.

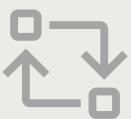
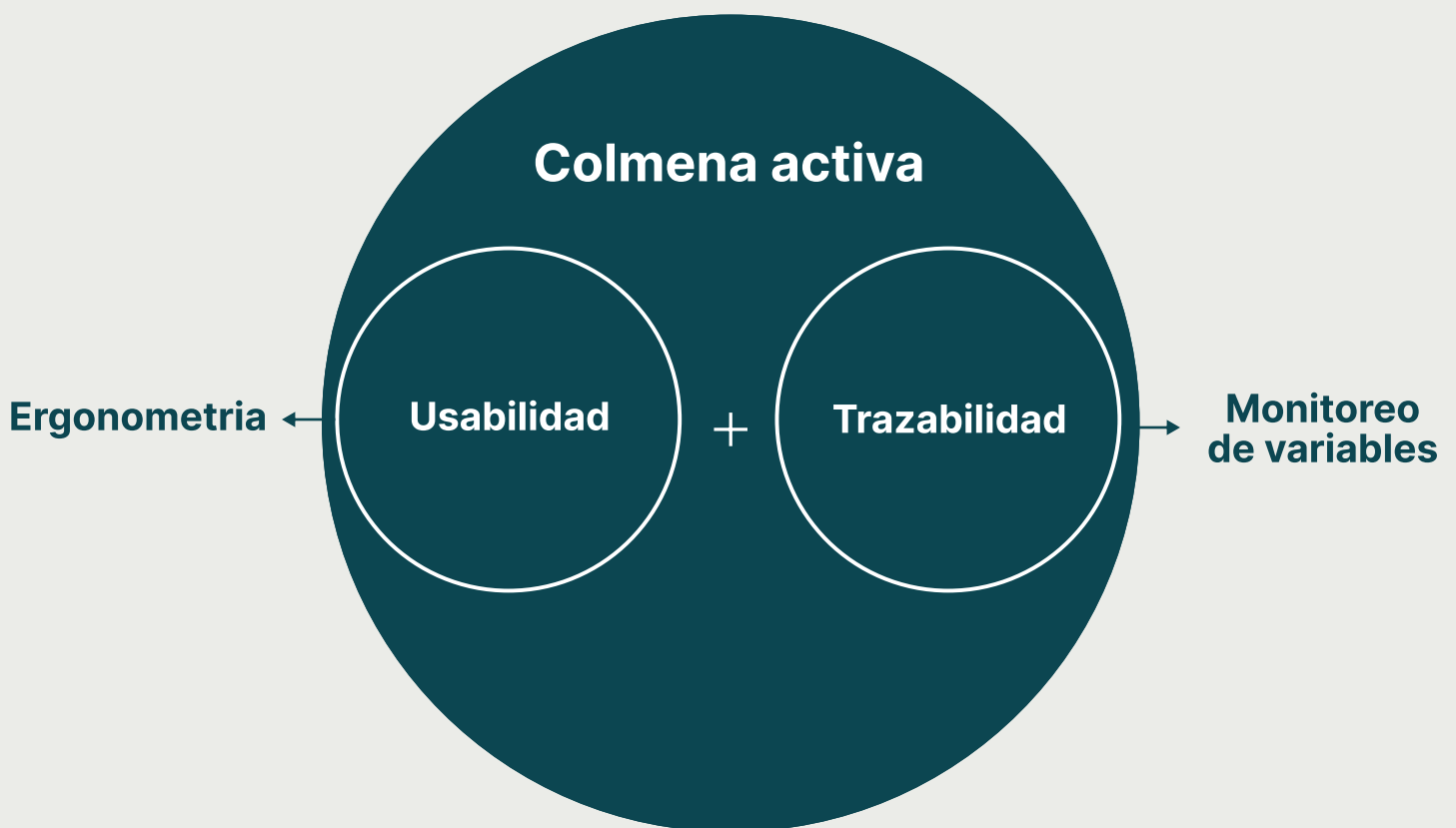
Mirada integral del abordaje diseño



MVP (Minimum product viable)

Las dos premisas principales del proyecto, mejora de la usabilidad e incorporación tecnológica para la trazabilidad, convergen en un Producto Mínimo Viable (MVP) que busca validar rápidamente las soluciones propuestas en un entorno real. En esta etapa sirve como una herramienta para acelerar el aprendizaje, permitiendo optimizar el producto con base en la retroalimentación directa de usuarios y asegurando que las decisiones de diseño y tecnología estén alineadas con las necesidades reales del apicultor.

El desarrollo de soluciones para apicultores debe basarse en una comprensión profunda de sus operaciones diarias y procesos de toma de decisiones. Es crucial el diseño herramientas que ofrezcan datos en tiempo real, optimicen el tiempo y los recursos, y mejoran la ergonomía para reducir el esfuerzo físico. Las soluciones deben ser adaptables a diferentes contextos y escalas de apicultura, y es esencial proporcionar educación y capacitación para su uso efectivo. Integrar retroalimentación continua de los apicultores permitirá mejorar y ajustar las tecnologías para maximizar su utilidad y eficiencia en la gestión de colmenas.



Nuestro producto incorpora una estructura de diseño ergonómico que facilita el acceso y manejo por parte de los apicultores, reduciendo significativamente el estrés de las abejas y mejorando con ello su productividad.



Al integrar sensores y tecnologías de IoT, nuestro sistema permite el monitoreo en tiempo real de las condiciones tanto dentro como lo que sucede en su alrededor, permitiendo una gestión proactiva y una salud óptima de la colmena.

Lineamientos

Este proyecto de rediseño de colmenas, a lo largo de su desarrollo, ha avanzado en dos direcciones fundamentales: mejorar la usabilidad y aplicar tecnología para la trazabilidad. A medida que el proceso fue evolucionando, se logró optimizar la ergonomía del apicultor, disminuyendo esfuerzos físicos innecesarios mediante la incorporación de sistemas de agarre, reducción de peso y mejor accesibilidad. Paralelamente, se introdujeron sensores para el monitoreo de datos clave como peso, temperatura y humedad, integrados a una plataforma digital que permite una gestión remota. Esta integración fue permitiendo un enfoque más eficiente y menos invasivo en el manejo de las colmenas, validando cada etapa del rediseño a través de una retroalimentación constante de las necesidades del usuario y las condiciones del entorno.

Partir de premisas en este proyecto de diseño es fundamental porque estas establecen los principios rectores que guiarán todo el proceso, asegurando coherencia y enfoque. Las premisas permiten definir claramente los objetivos y las necesidades del usuario, creando una base sólida sobre la cual tomar decisiones informadas. En el caso del rediseño de la colmena, las premisas como la mejora de la usabilidad y la trazabilidad tecnológica orientaron cada fase del proyecto hacia soluciones que realmente respondieran a los desafíos del apicultor, garantizando que el diseño no solo mejorara la ergonomía, sino que también integrara tecnología eficiente.

Producto físico (Usabilidad)

¿Qué?

Premisa: “El mayor capital del apicultor es el cuerpo humano”

- Alivianar peso.
- Apilabilidad para transporte y logística.
- Generar un fácil acceso para las tareas de extracción de miel, revisión y mantenimiento.
- Aumentar la durabilidad vía mejora frente la intemperie (distancia al suelo, revestimientos).
- Organización interna (zona de alimentación, zonas de ingreso/salida, zona de hidratación).
- Suprimir trabajo de autorregulación de temp. por combustión (consumo de miel interno).

¿Cómo?

Premisa: “Rediseño”

- Sistemas de agarre para mejorar la manipulación.
- Combinación de materiales ligeros y/o Reducción material
- Sistemas de encastrés
- Ampliación de las colmenas (zona de producción de miel, zona de crianza).
- Estructuración de las colmenas más usadas en el país (Langstroth).
- Mejora del aislamiento térmico vía espesores, recubrimientos y/o ventilas

¿Por qué?

¿Qué nos permite la usabilidad?

- Agilizar movimientos manuales para colocación o retiro.
- Asegurar la fijación en territorio.
- Eliminar situaciones de mala postura.
- Facilitar el levantamiento de forma manual cada colmena eliminando esfuerzos innecesarios.
- Desenvolverse de forma mas efectiva en los trabajos dentro de la colmena.

Producto digital (Trazabilidad)

¿Qué?

Premisa: “Información de utilidad para la toma de decisiones”

- Obtener el nivel de cría y miel en colmena vía peso para saber el estado de nuevos ejemplares y producción.
- Tener mapeado la ubicación de las colmenas y cruza de datos de información de clima.
- Comparar campañas propios y de otros productores para la generación de patrones.

¿Cómo?

Premisa: “Incorporación tecnológica”

- Datos levantados por sensores de peso, CO2, temperatura y humedad.
- Visualizar datos vía aplicación móvil (app como ecosistema)
- Informar alerta o recomendaciones vía cruza de datos.

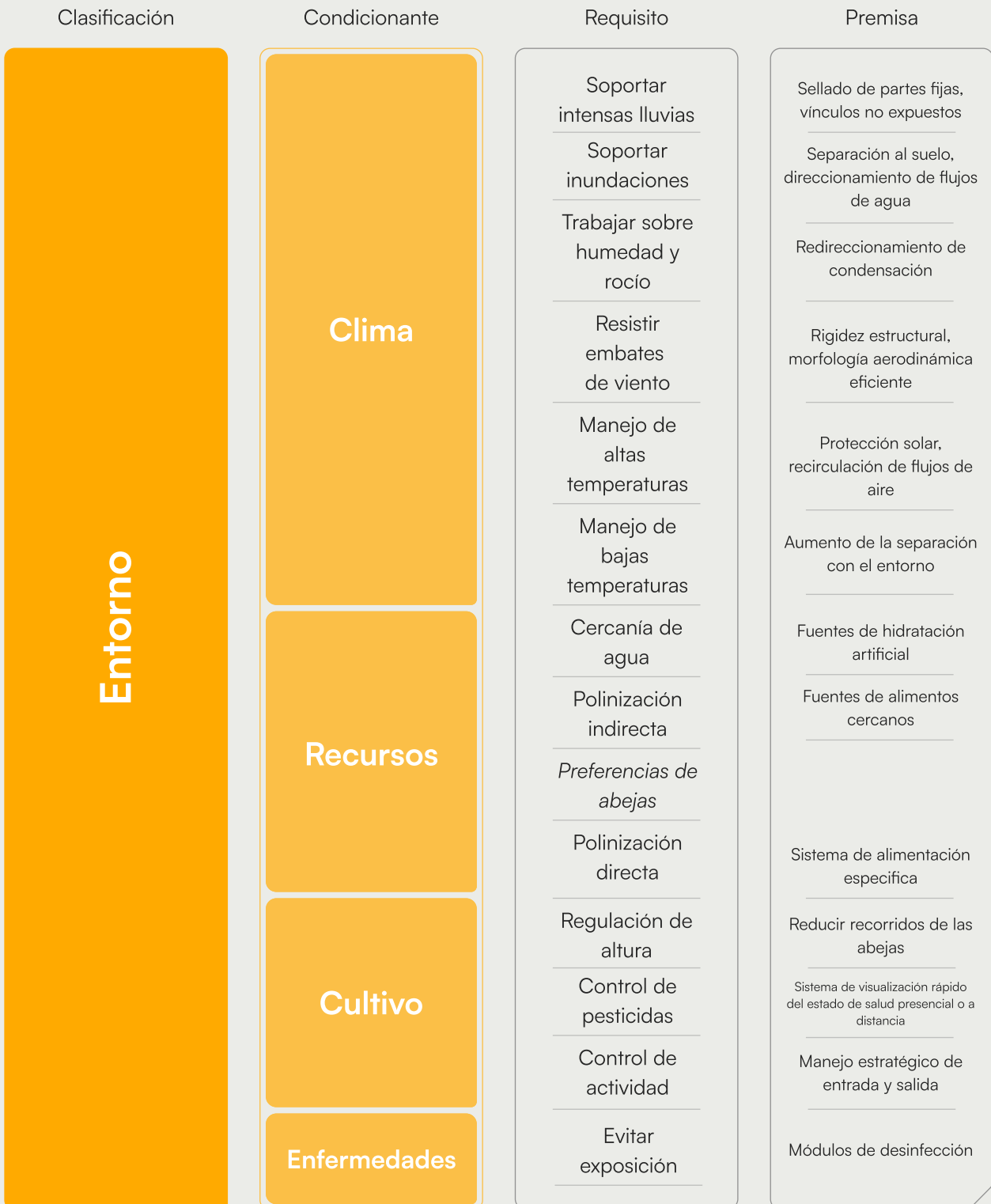
¿Por qué?

¿Qué nos permite la trazabilidad?

- Ahorro de viajes para el control de las colmenas.
- Reducir la constante interacción con las colmenas que generan factores de estrés (apertura, ruido de vehículos)
- Eliminar costos en tiempo para el chequeo constante del peso.
- Evitar levantar de forma manual cada colmena eliminando esfuerzos innecesarios.
- Visualizar desde la comodidad del hogar el estado de las colmenas.
- Habilitar modelo de negocio tanto para miel como para polinización.

Programa de diseño

El programa de diseño desarrollado para nuestro sistema de colmena innovador, enfocado en tres pilares fundamentales: el entorno, la usabilidad y la tecnología. A través de este enfoque integral, hemos buscado no solo mejorar las condiciones de trabajo de los apicultores y el bienestar de las abejas, sino también optimizar la interacción con el producto mediante un diseño ergonómico y eficiente. Además, la incorporación de tecnologías avanzadas, como sensores y herramientas IoT, garantiza un monitoreo preciso y una gestión proactiva, adaptándose a las necesidades actuales y futuras de la apicultura.



Usabilidad

Manipulación

Logística

Operatividad

Mantenimiento

Interfaces

Antropometría

Ergonomía

Intituidad

Transporte

Determinación de cantidad

Versatilidad

Adaptabilidad

Desplazamiento

Renovación

Sustento

Aplicación móvil

Localización

Trabajo sobre el manejo de articulaciones. Distancias del cuerpo y colmena

Estructura para evitar tensión postural. Implemento de nuevas mecánicas (elevadores, carros)

Diseño segmentado para eficiencia y flujo de trabajo

Diseño externo que garantice la protección del equipo (golpes, choques)

Sistema de distribución eficiente en la carga

Trabajar en el manejo de las colmenas dentro del apiario

Permitir adecuar dimensión en función de niveles de producción esperados

Diseñar para una fácil instalación (del vehículo al apiario)

Sistema modular de recambio (partes de colmena)

Rutinas para el cuidado y recambio de equipos

Diseño fácil de usar y accesible para los apicultores de todos los niveles

Implementar software de gestión centralizada para monitorear y controlar múltiples colmenas desde una única interfaz

Tecnología

Materialidad

Durabilidad

Rentabilidad

Protección

Regulación

Peso

Implementación de materiales que puedan resistir la alta exposición

Costo-beneficio para equilibrar los costos de materiales con el rendimiento y la durabilidad.

Sistema de protección para componentes contra humedad y filtraciones.

Materiales con buenas propiedades aislantes (Recubrimiento exterior para minimizar la absorción de calor)

Implementación de materiales y componentes livianos.

Tecnología

Innovación

No toxicidad

Fiabilidad

Precisión

Transmisión

Energía

Integridad
estructural

Tratamientos y revestimientos de los materiales seguros para las abejas.

Implementación de componentes duraderos y de calidad

Sensores proporcionen datos precisos y confiables sobre las condiciones de la colmena.

Transmisión de datos estable en áreas remotas o rurales donde la conectividad a Internet puede ser limitada.

Componentes de la colmena inteligente abastecidos de suficiente de energía.

Componentes de la colmena ubicados estratégicamente para distribuir el peso de manera uniforme y evitar la deformación o el colapso.



Abordaje de diseño

Una división en secciones claras que facilitan la comprensión y resaltan los puntos clave del enfoque de diseño de la colmena, nos permitió organizar la información de manera clara, mostrando el enfoque metodológico en el desarrollo de la colmena.

Estrategia de diseño: soluciones y proceso de integración

Nuestro enfoque de diseño se centró en identificar y comprender las soluciones que desempeñan un rol clave en la integración posterior a la colmena. Esto nos permitió anticiparnos a las necesidades del sistema, definiendo ciertos aspectos con un alto grado de detalle desde las primeras fases del proceso. Esta metodología garantiza que, en las etapas avanzadas, las soluciones puedan integrarse de manera fluida, sin comprometer la eficiencia del sistema.

- Anticipación de soluciones clave: definición previa de componentes esenciales.
- Integración fluida: posterior atención a la cohesión de los subsistemas.

Diseño modular: estructura de piezas y subsistemas

Desarrollamos un modelo de colmena compuesto por una gran cantidad de piezas, abordables desde diferentes enfoques de diseño y materiales. Cada subsistema fue tratado como una unidad independiente, requiriendo atención específica para asegurar que todas las partes funcionen de manera conjunta, manteniendo la coherencia en el conjunto.

- Modelo modular: fácil de abordar desde diferentes materiales y lógicas de fabricación.
- Atención en subsistemas: análisis detallado de cada componente.

3

Conservadurismo dimensional: adaptación a colmenas Langstroth

Mantenemos un enfoque conservador en cuanto a las capacidades dimensionales, respetando las dimensiones estándar de las colmenas Langstroth. Esta elección asegura compatibilidad y facilidad de adopción, mientras que las mejoras ergonómicas se aplican sin alterar las dimensiones clave.

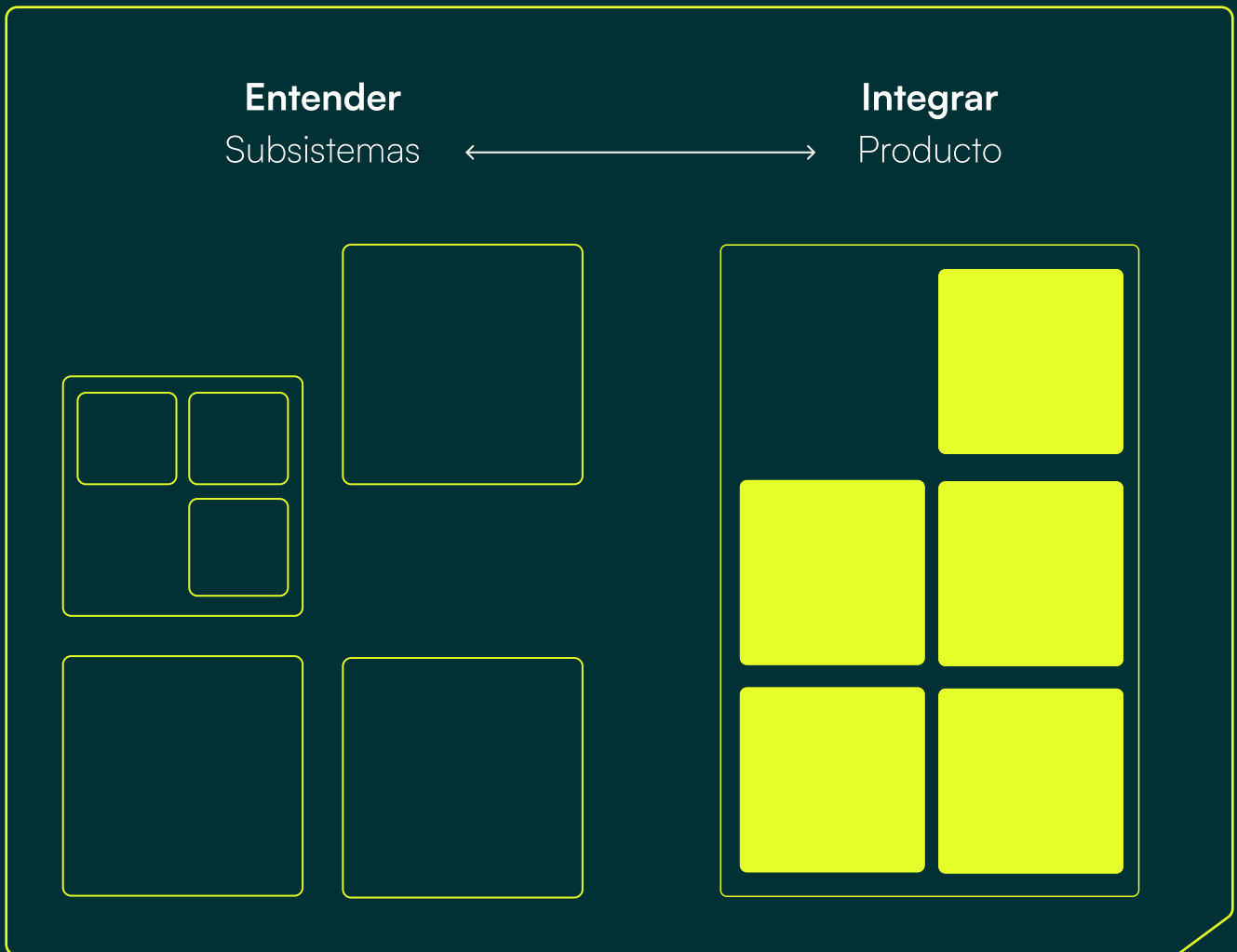
- Compatibilidad con colmenas Langstroth: respetamos los estándares industriales.
- Mejoras ergonómicas: adaptaciones diseñadas para facilitar el manejo sin comprometer las dimensiones.

4

Optimización para el proceso de fabricación

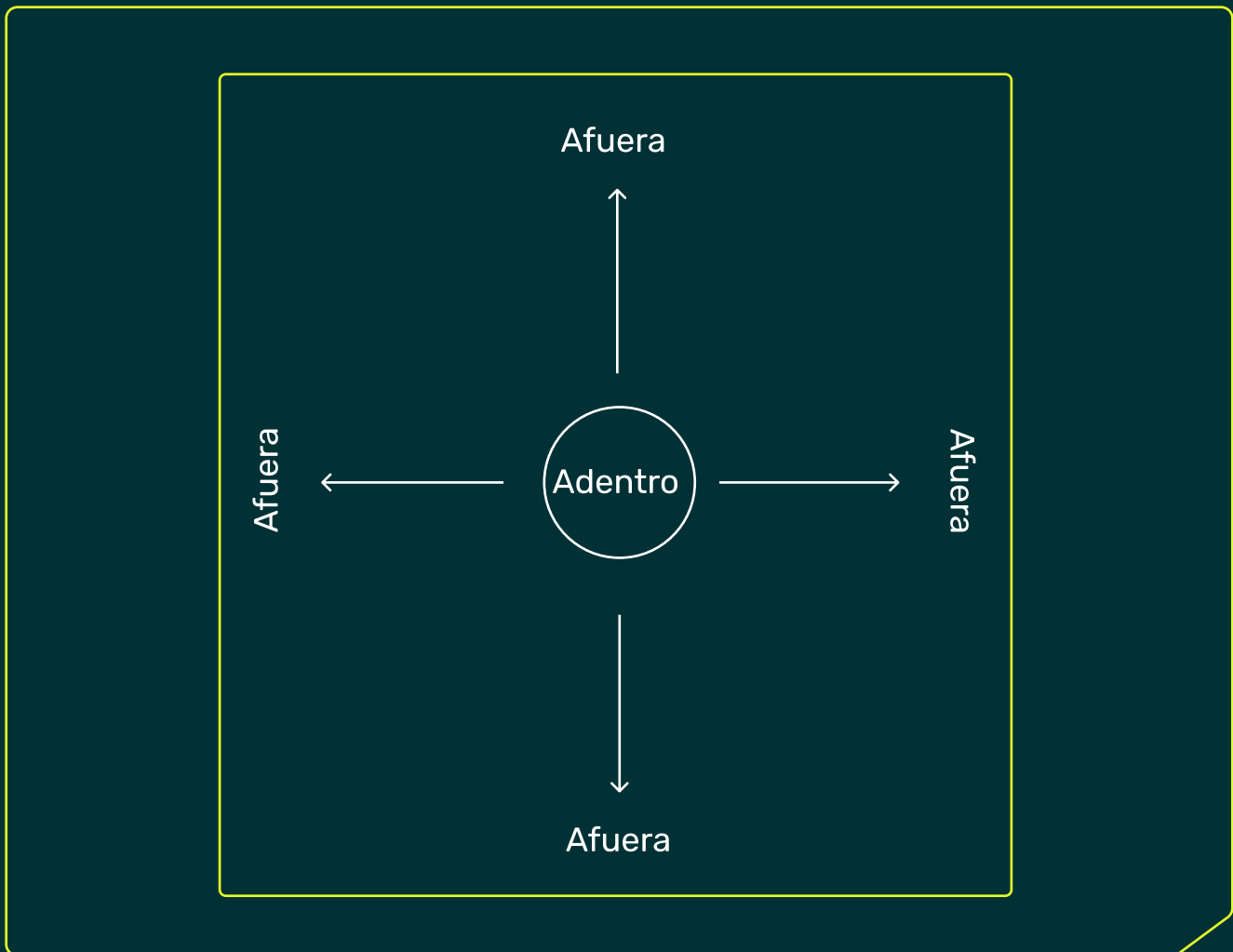
Durante el diseño, se tuvo en cuenta la viabilidad de la fabricación en todas las etapas del desarrollo, asegurando que el producto no solo sea eficiente y funcional, sino también rentable de producir. Nuestro enfoque permitió realizar ajustes de diseño en función de las limitaciones y oportunidades del proceso de fabricación.

- Mirada hacia la fabricación: Diseño pensando en procesos industriales.
- Ajustes según viabilidad: Mejora continua a lo largo del desarrollo.



Al descomponer cada subsistema que compone el producto, podemos integrarlos de manera eficiente para crear un producto completo y optimizado. A la izquierda de la imagen, observamos cómo cada subsistema es representado por cuadros individuales, los cuales son analizados y diseñados detalladamente por separado. Esta fase de "entender" nos permite comprender cómo funciona cada parte, desde la piquera, los sistemas electrónicos, la parte funcional de las abejas, hasta las sujeciones, y cómo se relacionan entre sí.

Luego, pasamos a la etapa de "integrar", donde todos estos subsistemas se fusionan para formar un producto final, representado por los cuadros agrupados a la derecha. Este enfoque garantiza que cada componente, desde la entrada de las abejas hasta los sistemas de monitoreo y las estructuras de soporte, funcione en armonía. Al comprender bien cada parte y su rol, logramos una integración que se traduce en un diseño de colmena funcional y eficiente, donde todos los elementos se funden en un sistema coherente y optimizado.



El esquema ilustra nuestro enfoque en el diseño de la nueva colmena, comenzando desde el interior hacia el exterior. Nos centramos en optimizar el espacio y la funcionalidad dentro de la colmena, respetando las dimensiones que ya se han establecido como referencia en el sector. Esto nos permitió organizar todo de manera eficiente, desde la disposición de los marcos hasta el control de las condiciones internas, siempre con el objetivo de maximizar el bienestar de las abejas.

A medida que perfeccionamos el interior, mantuvimos en mente los insumos ya presentes en la cadena de valor, lo cual nos ayudó a moldear el diseño de forma más natural y práctica. Una vez logrado un equilibrio interno óptimo, pasamos a trabajar en el exterior, eligiendo materiales duraderos y sostenibles, que no solo ofrecieran protección a las abejas, sino que también facilitaran el trabajo del apicultor. Este proceso, partiendo del interior y avanzando hacia el exterior, nos permitió aprovechar al máximo el espacio y generar un diseño final eficiente y funcional tanto para las abejas como para los apicultores, todo mientras manteníamos una coherencia con los estándares ya existentes en el sector.

Propuesta diseñada
y desarrollada el 18
de junio de 2024

01



1100mm

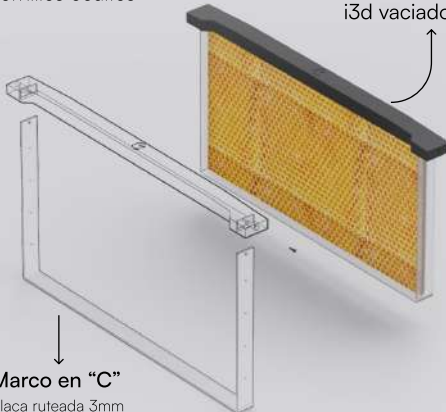


MARCOS MELÍFEROS Y CRÍA DE LA COLMENA

Nos enfocamos en el diseño de los marcos melíferos y de cría, con el objetivo de reducir su peso, simplificar el número de piezas y facilitar los procesos de ensamblaje. Además, buscamos que fueran fáciles de limpiar y resistentes al deterioro. Como resultado, logramos un peso unitario del marco vacío ensamblado de tan solo 130 gramos. En este momento, considerabamos que esta pieza aún tenía margen para seguir mejorándose, con el objetivo de maximizar su eficiencia.

2 tornillos ocultos

Travesaño sostenedor
3d vaciado



Marco en "C"

Placa ruteada 3mm
Perforado
Plegado al calor

Nuestra comparación con los marcos de madera tradicionales nos permitió identificar una ventaja clara en la reducción de peso, lo que facilita la manipulación fina y reduce el riesgo de dolores articulares para el apicultor. Cabe destacar que el peso del marco vacío no es el mismo que el del marco lleno de miel: al incorporar la cera, el peso aumenta aproximadamente 100 gramos, y con la miel, el marco puede alcanzar entre 2 y 3 kilos. Este enfoque nos permitió no solo optimizar la ergonomía del marco, sino también mejorar su funcionalidad para el día a día del apicultor.

DISEÑO DE PIQUERA INGRESO Y VENTILACIÓN

En el diseño de la piquera, nos centramos en dos aspectos clave: el control del ingreso y la ventilación, garantizando tanto la regulación adecuada de la temperatura como la prevención del ingreso de posibles enfermedades. Desarrollamos un sistema que permite la gestión remota de estos factores, brindando al apicultor mayor control y capacidad de respuesta.



Un componente esencial que trabajamos en todas las propuestas de diseño fue la implementación de un método para combatir la Varroa, un parásito que afecta gravemente a las abejas. Para ello, integramos un sistema en la piquera que utiliza timol, un tratamiento natural y eficaz, directamente en la entrada de las abejas. Además, diseñamos una zona de aterrizaje optimizada para las abejas, asegurándonos de respetar sus dimensiones y patrones de vuelo.



UI



Modulo Sensor Led Rgb 3mm Para Arduino
Dar la señal al apicultor de que los componentes de la colmena estan encendidos.



Polipropileno
Carcaseo de componentes electronicos.



Push Button o Tact Switch
Encendido y apagado de componentes electronicos.



Pantalla Lcd Display
Visualización de los datos tomados por los sensores

Burlette

Goma espesor 1,5 mm para evitar filtraciones de aire

Trabas

Sujeción rápida del cajón



Solar panel 500mAh 145x145mm



Materialidad

Esta propuesta fue diseñada para ser fabricada en chapa, con piezas cortadas mediante láser y luego plegadas para su conformación. Para el interior de la colmena, planteamos MDF como material aislante, con piezas ruteadas para un ajuste preciso y eficiente. Este enfoque garantiza una estructura robusta y un aislamiento térmico adecuado, optimizando tanto la durabilidad como el confort de las abejas.

Colocación de los sensores de peso

En este diseño, optimizamos la ubicación precisa de los sensores de peso, siguiendo el concepto de un sistema de carro y báscula, con el producto dividido en dos secciones

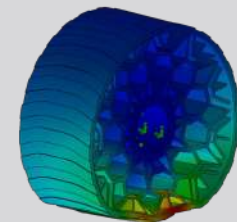


Para evitar interferencias en las mediciones causadas por las vibraciones generadas durante el movimiento de la colmena, incorporamos un sistema de aislamiento a través de juntas de goma, garantizando lecturas más precisas y estabilidad en el funcionamiento del sistema.

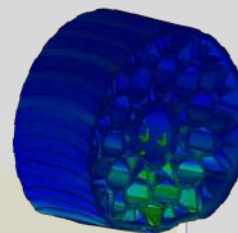
Zona de ubicación de los sensores

En esta propuesta, desarrollamos un diseño propio de ruedas para la colmena, enfocado en minimizar las vibraciones durante el traslado sin necesidad de sistemas de suspensión.

Nos centramos en maximizar la superficie de flotación de las ruedas para evitar que se hundan en terrenos irregulares o blandos. Las ruedas están diseñadas para ser fabricadas mediante impresión 3D, utilizando un plástico flexible que proporciona durabilidad y amortiguación, optimizando tanto la movilidad como la estabilidad del conjunto.



Desplazamiento



Tensiones



Exploramos una alternativa que sigue la lógica del carro y su sección modular. Esta opción combina la transportabilidad del sistema anterior con una mayor modularidad, aunque introduce una complejidad adicional en el cableado y la integración de componentes electrónicos.

El diseño cuenta con una manija individual, lo que resulta útil en situaciones donde es necesario trasladar la colmena de un lugar a otro, como al pasar por cercas o alambrados. Además, incluye un cinturón que asegura los cajones y sus tapas, los cuales son retráctiles en el carro, facilitando el acceso y la organización de los elementos internos. Este enfoque mejora la funcionalidad y adaptabilidad del sistema en diferentes entornos.



Análisis de posibilidad material

Realizamos un estudio sobre el diseño y la posibilidad de cambiar la materialidad de los marcos melíferos, lo que nos permitió comprender mejor cómo podía evolucionar el proyecto. A medida que avanzamos, el enfoque adoptó nuevas formas y metodologías, pero este análisis inicial fue fundamental para sentar las bases del desarrollo.

La variable principal abordada fue el "peso", manteniendo las dimensiones y el diseño de los marcos tradicionales de Langstroth. Este enfoque nos permitió explorar opciones que optimizan el peso sin alterar las características funcionales de los marcos, garantizando así la compatibilidad con los sistemas existentes y mejorando la manejabilidad del producto final.



Queda la exploración formal para seguir mejorando estos números junto con planteos de marco mono pieza ← Esto es solamente la muestra de posible mejora en un subconjunto de colmena ← **68%** más liviano que algarrobo **31%** más liviano que pino



Propuesta diseñada y desarrollada el 25 de junio de 2024

02



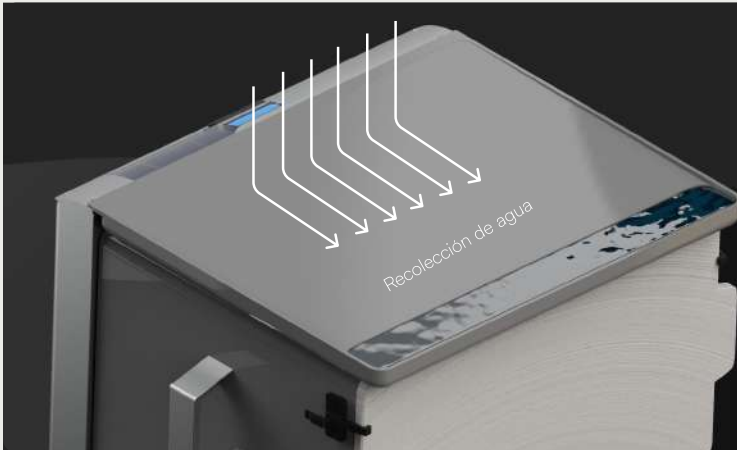
Mejora en el diseño y la disposición de la UI



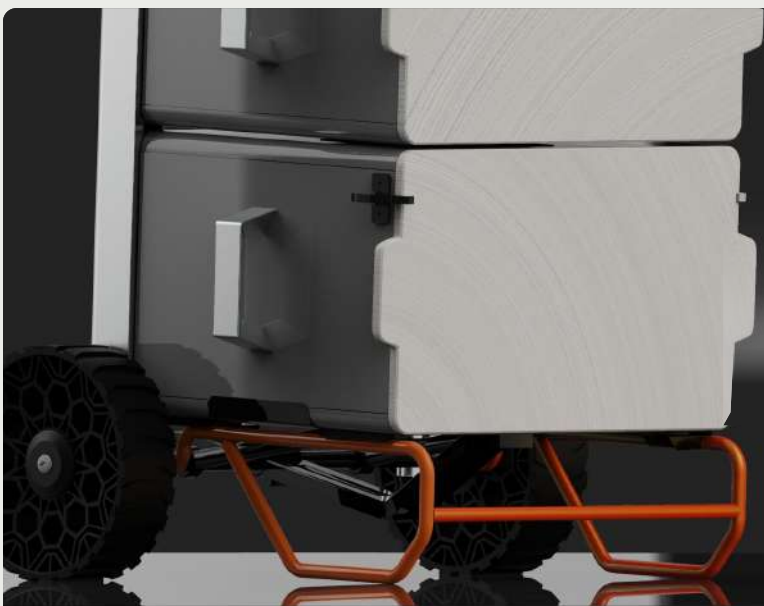
Siguiendo la misma lógica de la propuesta número 1, esta alternativa mantiene el enfoque de intervención frontal del apicultor en la colmena. De esta manera, se evita la necesidad de separar las alzas para trabajar en ellas, lo que minimiza las acciones que podrían comprometer la ergonomía del apicultor. Este diseño reduce los movimientos físicos exigentes y las posturas incómodas, mejorando significativamente el confort y la eficiencia durante el manejo de la colmena, al tiempo que se optimiza el acceso a los componentes internos.



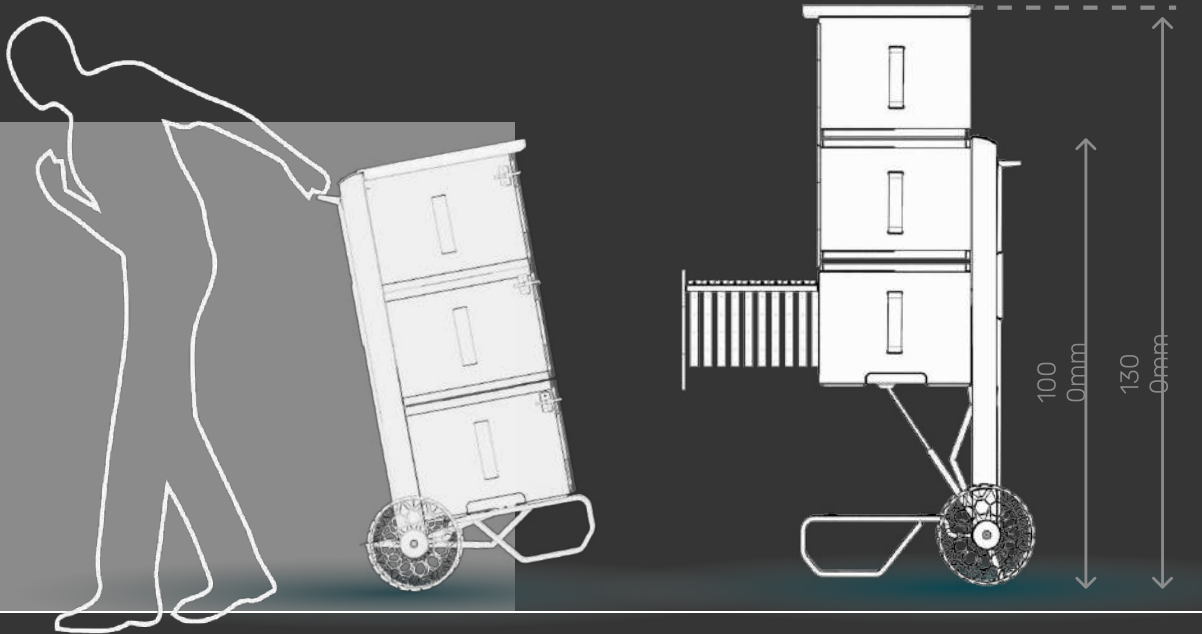
Dentro de esta idea de intervención frontal, implementamos un sistema tipo cajón que facilita la manipulación y mejora la visualización de los marcos melíferos. Este enfoque no solo optimiza el acceso a los marcos, sino que también simplifica el trabajo del apicultor, permitiendo una gestión más cómoda y eficiente. Además, mantenemos la misma estrategia de materialidad aplicada en el producto, buscando reducir el peso y mejorar la durabilidad sin comprometer la funcionalidad ni la ergonomía del diseño.



Uno de los desafíos en el manejo de colmenas, vinculado al comportamiento natural de las abejas, es garantizar una adecuada hidratación y su disponibilidad constante. En esta propuesta, decidimos incorporar un sistema de almacenaje de agua en la parte superior de la colmena. Este sistema puede ser abastecido de manera manual por el apicultor o de forma natural, aprovechando la captación de agua de lluvia. Esta solución asegura que las abejas tengan acceso continuo a agua, lo que mejora su bienestar y optimiza el rendimiento de la colmena.



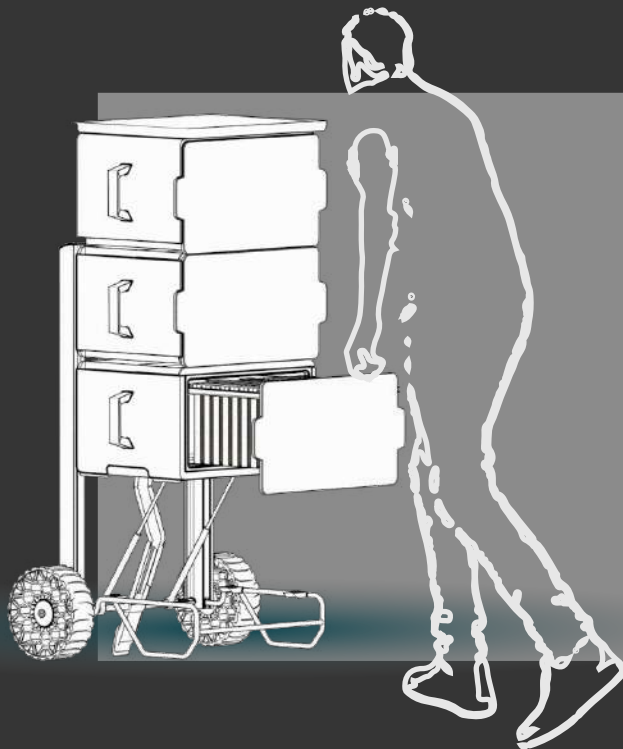
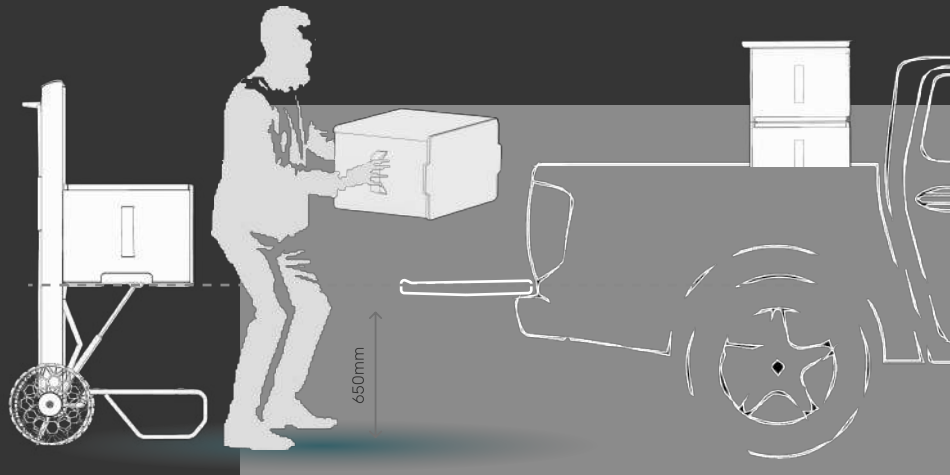
Mantenemos la misma idea y ubicación para las básculas. En esta propuesta, añadimos un sistema de elevación en la base, diseñado para mantener la altura adecuada y facilitar el trabajo del apicultor. No solo mejora la ergonomía, evitando que el apicultor tenga que agacharse constantemente, sino que también garantiza un acceso más cómodo y eficiente.

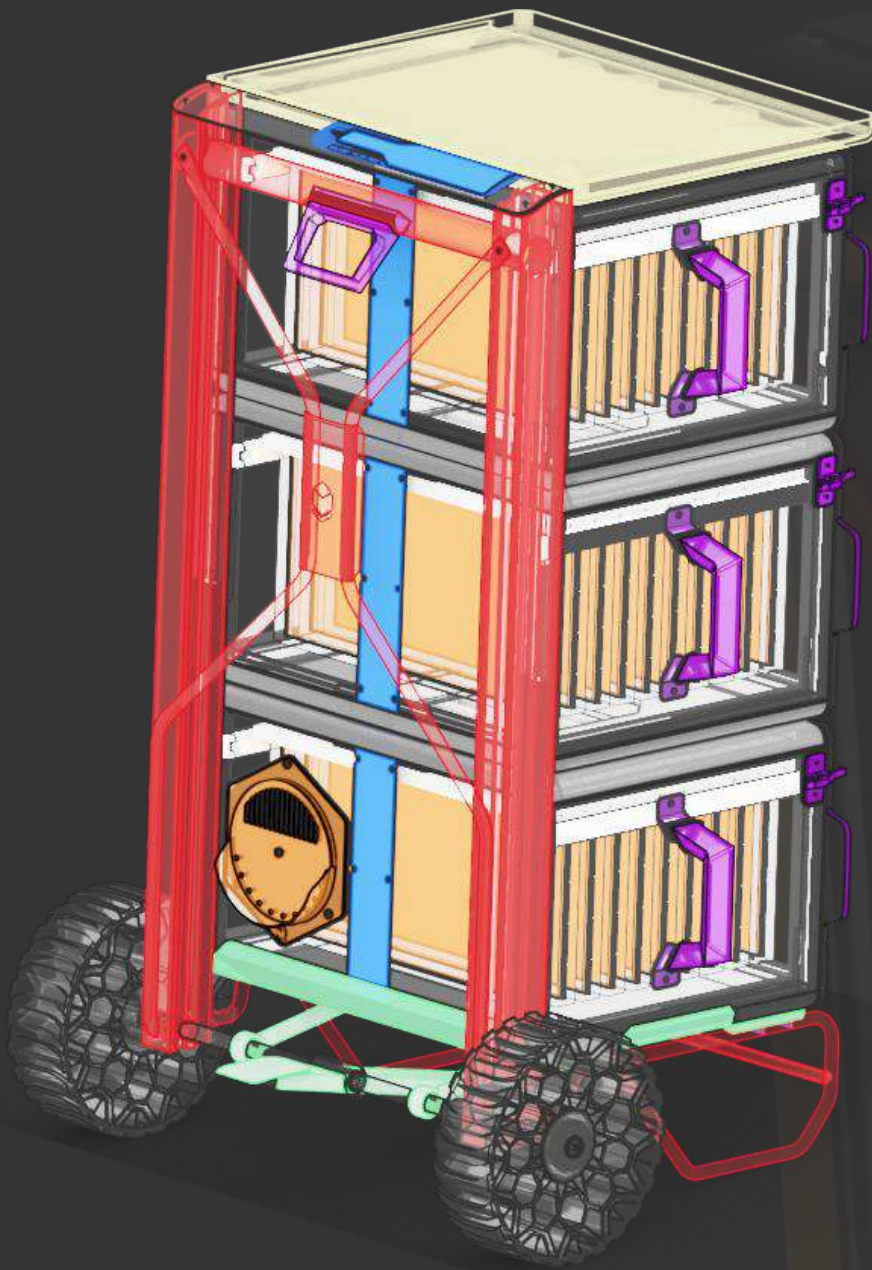


Priorizamos la experiencia del apicultor en el diseño de nuestras colmenas, enfocándonos en su comodidad y eficiencia durante el trabajo.

Reconocemos que las colmenas están sujetas a constantes movimientos, tanto dentro del apiario como en su logística hacia otras ubicaciones. Las tareas más comunes, como la carga y descarga, son esenciales en la actividad apícola, y nuestro objetivo es abordar estos desafíos mediante un diseño que simplifique estas acciones.

Buscamos satisfacer las necesidades del apicultor, ofreciendo un producto que facilite su labor y optimice cada interacción con la colmena.





Referencias



Estructura



Manipulación



Asistidor de altura y báscula



Componentización electrónica



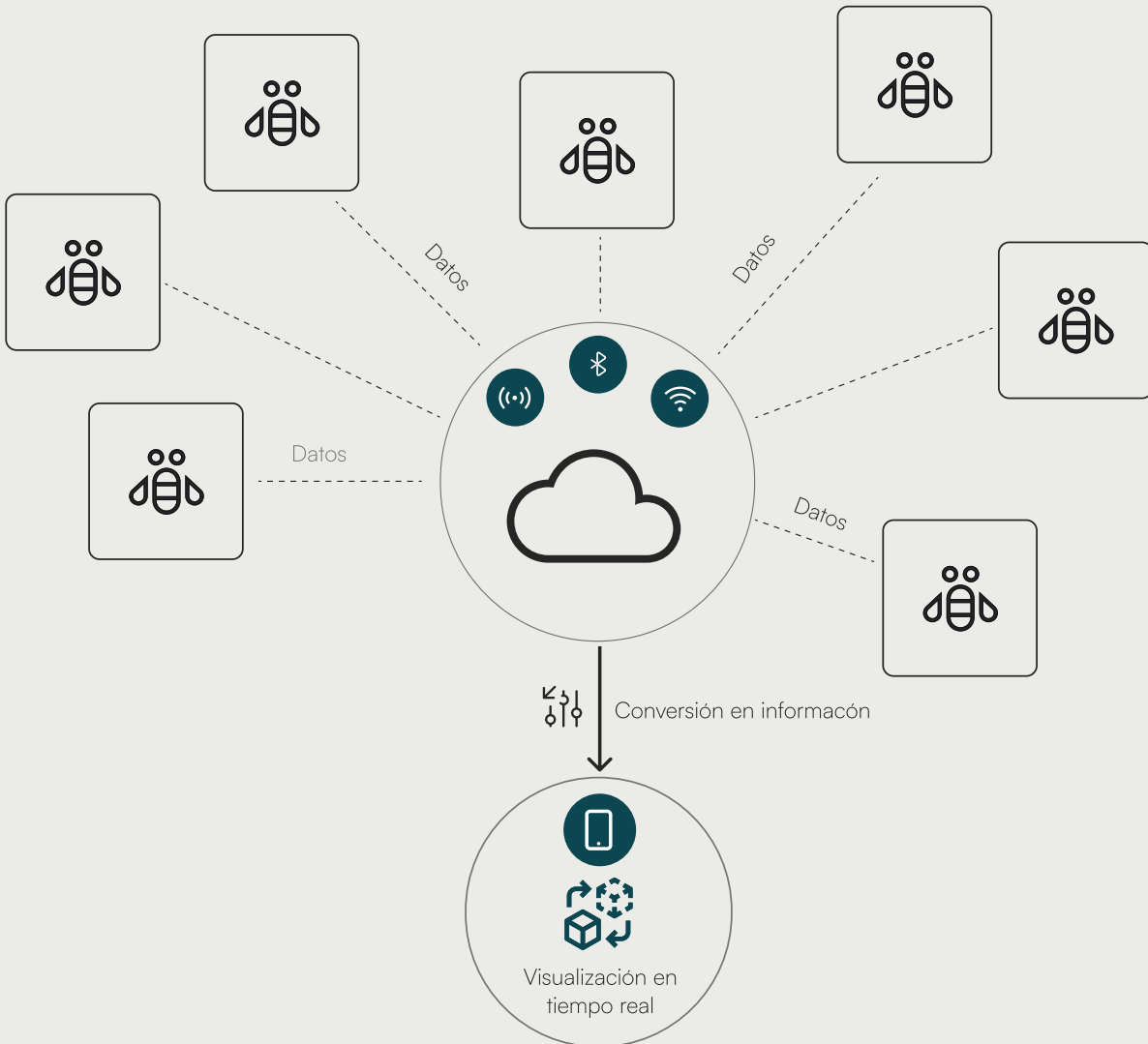
Acumulador de agua



Insumos estándar

Medición y control de variables

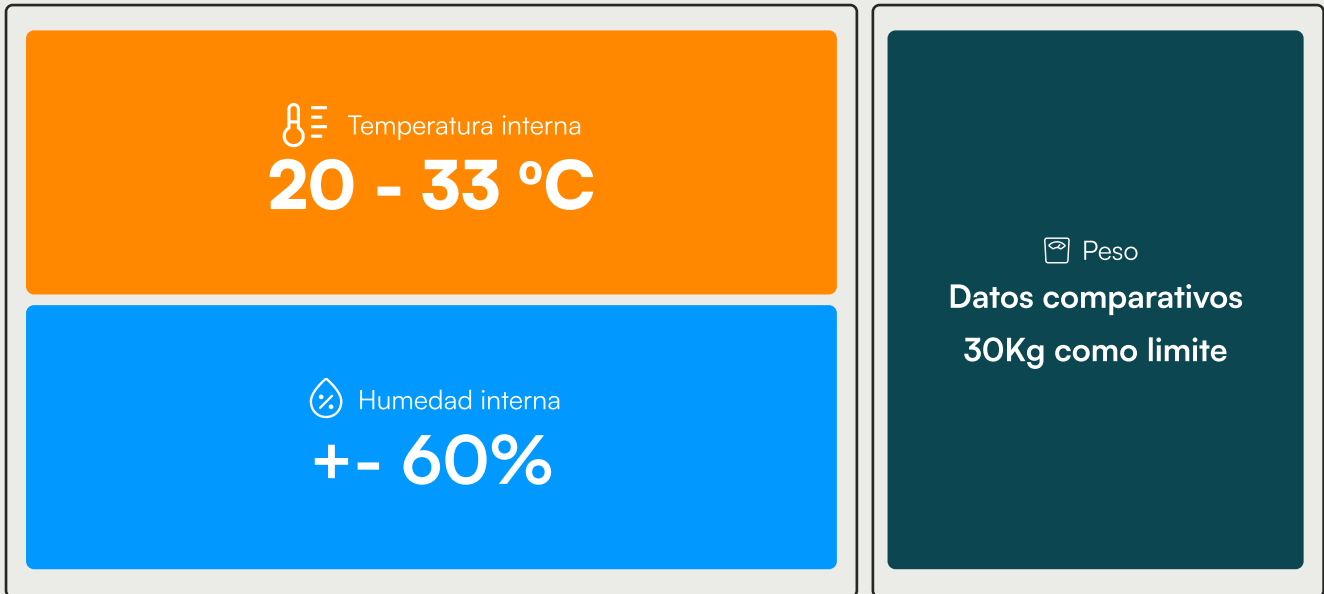
Desarrollamos un sistema de control y medición de datos que monitorea la producción y actividad dentro de la colmena. Para ello, implementamos distintos tipos de sensores que recopilan información clave, la cual será procesada y utilizada para la toma de decisiones estratégicas. Además, diseñamos una aplicación móvil que permite al apicultor visualizar en tiempo real estos datos, facilitando la gestión y el control de sus colmenas de manera eficiente y optimizando su toma de decisiones y acciones de forma remota.



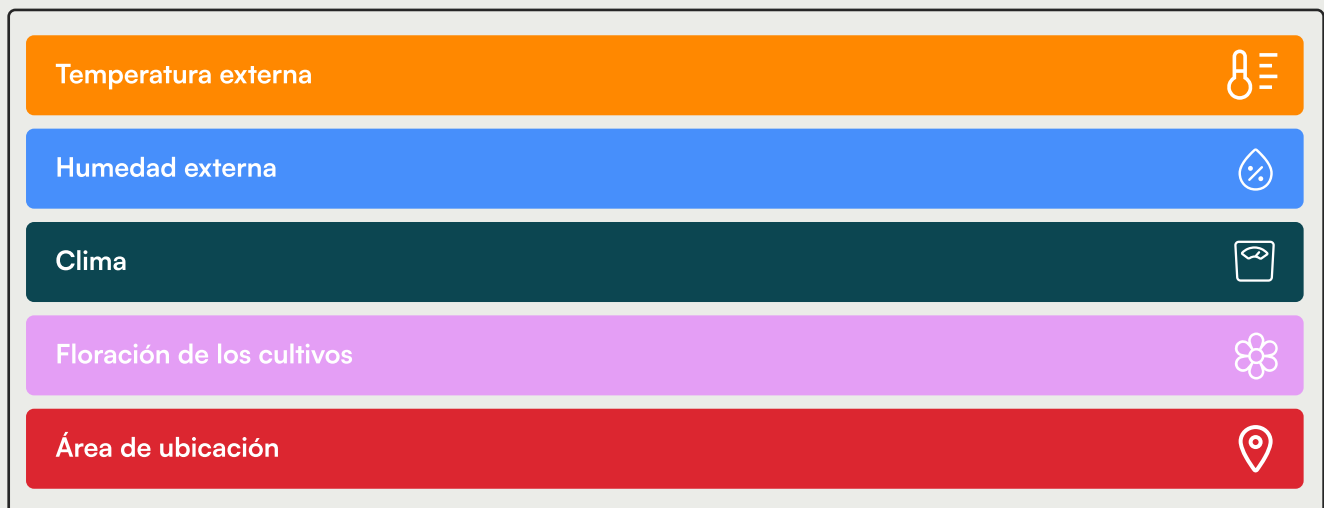
El esquema presentado ilustra de manera clara cómo concebimos el proceso de recopilación, almacenamiento y visualización de los datos generados por las colmenas. Mediante diversos sensores instalados, se recolectan datos en tiempo real sobre la actividad y las condiciones internas. Estos datos son enviados de manera inalámbrica a la nube a través de conexiones Wi-Fi y Bluetooth, donde se almacenan y procesan. Posteriormente, la información se convierte en datos útiles que el apicultor puede consultar desde su dispositivo móvil.

Este sistema permite que los apicultores accedan de manera remota e inmediata a información clave sobre sus colmenas, como el estado de la producción, la temperatura, la humedad y otros parámetros.

Variables a sensor (internas)



Variables de contraste (externas)



Monitorear las variables es fundamental para optimizar la gestión apícola, permitiendo asegurar un ambiente adecuado para la salud y productividad de las abejas, lo que directamente impacta en la calidad y cantidad de la miel recolectada. Además, estos datos brindan una visión detallada del estado de las colmenas, permitiendo detectar problemas a tiempo.

Por otro lado, monitorear variables externas es clave para entender el impacto del entorno sobre las colmenas, estas variables ayudan a prever el comportamiento de las abejas, ajustar estrategias de manejo apícola según el clima, y planificar la migración o cambios en la localización de los apiarios si es necesario.

La integración de estos datos en tiempo real proporciona un control integral del apiario, permitiendo que el apicultor tome decisiones más informadas y proactivas. A nivel de proyecto, esto mejora la eficiencia, reduce riesgos, optimiza la producción de miel y garantiza la sostenibilidad del negocio a largo plazo. Además, facilita la innovación al conectar la apicultura tradicional con las tecnologías modernas, impulsando la competitividad y la adopción de prácticas más inteligentes en el sector.

Datos para la toma de decisiones

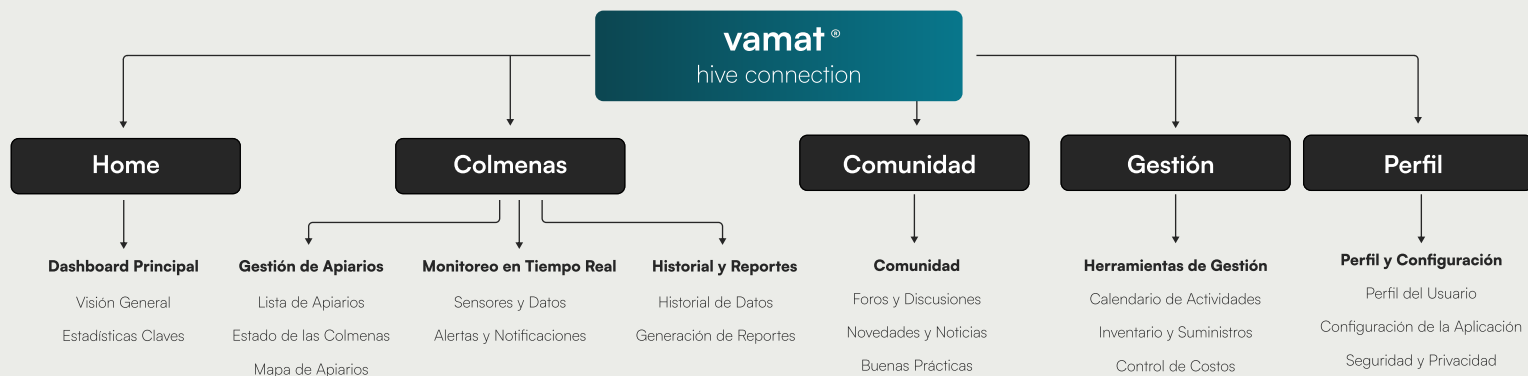
Resultados de estudio: Colmena Inteligente con Análisis preliminar de Árbol de Decisión para Agricultura y Monitoreo de la salud de las abejas melíferas

Ejemplo	Atributos							Metas	
Variable	%RH	TE (C°)	>5mm de lluvia en las ultimas 24HS	°Tint ₂₄ (C°)	Tint (C°)	°CO ₂ :(ppm)	CO ₂ (ppm)	Clases	¿Requiere visita a la colmena?
X1	70 - 95	9 - 35	No	5 - 20	10 - 37	<15	440 - 500	Colmena normal	No
X2	70 - 95	<9	No	5 - 20	<10	<15	440 - 500	Colmena hibernando	No
X3	>95	9 - 35	No	5 - 20	10 - 37	<15	440 - 500	Evaporando néctar	No
X4	>75	9 - 35	No	5 - 20	10 - 37	<15	440 - 500	Estado ideal para tratar las plagas	No
X5	70 - 95	9 - 35	No	<5	10 - 37	<15	440 - 500	La colonia ya no está en la colmena	Si
X6	70 - 95	9 - 35	No	>20	10 - 37	<15	440 - 500	Población disminuida, control deficiente de la temperatura	Si
X7	70 - 95	9 - 35	No	5 - 20	10 - 37	<15	440 - 500	Población disminuida, control deficiente del CO ₂	Si
X8	70 - 95	9 - 35	No	5 - 20	10 - 37	<15	440 - 500	Disminución de la población, reducción del control del CO ₂	Si
X9	70 - 95	9 - 35	No	5 - 20	>37	<15	<440	La colmena está demasiado caliente	Si
X10	>95	9 - 35	Si	5 - 20	10 - 37	<15	440 - 500	La colmena está demasiado húmeda	Si

Este análisis nos permite identificar las fluctuaciones internas y externas que afectan a las colmenas, facilitando una toma de decisiones más precisa. Además, proporciona una base sólida para el desarrollo de sistemas de alerta temprana, que permitirán al apicultor anticiparse a posibles problemas. Estos sistemas se integrarán con la aplicación móvil, ofreciendo una visualización clara y en tiempo real de la información, lo que optimiza la gestión del apiario y mejora la capacidad de reacción ante cambios críticos.

Arquitectura de la información

Hemos trabajado en el desarrollo de la aplicación móvil, comenzando por la arquitectura de información, la cual es esencial para organizar los datos de forma clara y lógica. Esto permitirá a los usuarios navegar fácilmente por la plataforma, comprender rápidamente dónde se encuentran, qué han encontrado y qué funcionalidades tienen a su disposición. La aplicación no solo les permitirá monitorear y controlar sus colmenas en tiempo real, sino que también les dará acceso a una comunidad activa, manteniéndolos informados con las últimas noticias y tendencias del sector apícola. Al estructurar la información de manera eficiente, ayudamos a los apicultores a aprovechar al máximo la tecnología disponible, optimizando sus operaciones y fomentando una mejor toma de decisiones en su día a día.

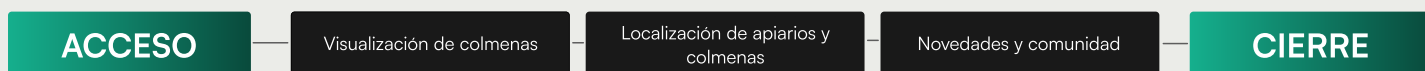


Task flow

Hemos desarrollado un task flow, una representación visual y secuencial de las acciones que un apicultor realiza para completar una tarea específica dentro de la aplicación. Este enfoque nos permite mapear de manera clara y detallada cada paso que el usuario sigue, optimizando la experiencia al garantizar que el flujo sea intuitivo y eficiente. A través de este proceso, nos aseguramos de que el apicultor pueda alcanzar sus objetivos de forma fluida, reduciendo fricciones y mejorando su interacción con la plataforma.



Tener el control y el monitoreo de sus colmenas, y estar al tanto de las novedades dentro de la actividad apícola



El usuario abre la aplicación e inicia sesión o se registra si es la primera vez o accede a la interfaz principal de la aplicación.

Visualización de colmenas

El usuario selecciona la sección de "Colmenas" en el menú principal. Visualizará una lista de colmenas activas y selecciona una para ver datos detallados (producción, peso, temperatura, humedad y CO2).

Localización de apiarios y colmenas

El usuario accede a la opción de "Localización" dentro de la sección de colmenas. Visualizará un mapa con la ubicación de sus apiarios y colmenas y selecciona una colmena para más detalles.

Novedades y comunidad

El usuario accede a la sección de "Novedades" para explorar y compartir información sobre la actividad apícola. Interactúa con otros apicultores a través de comentarios y publicaciones.

CIERRE

El usuario tiene una experiencia personalizada y está al tanto de la información relevante y las interacciones dentro de la comunidad apícola.

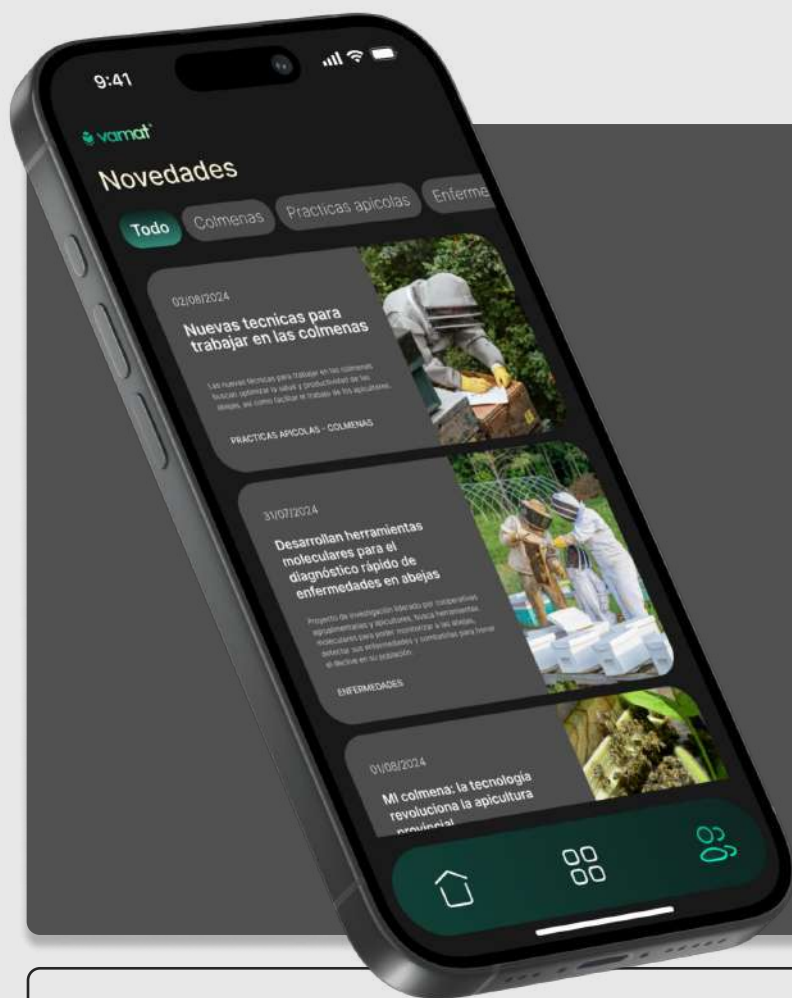
Primer acercamiento de diseño para la aplicación móvil, desarrollado el 6 de agosto de 2024.



En la página principal de la aplicación, los apicultores podrán saber rápidamente la cantidad de colmenas activas en sus apiarios y previsualizar los datos recolectados por los sensores.

En la sección de colmenas, el usuario podrá ver datos precisos de los sensores, como nivel de producción, peso, temperatura y humedad interna. Además, podrá localizar la posición de los apiarios y sus colmenas.



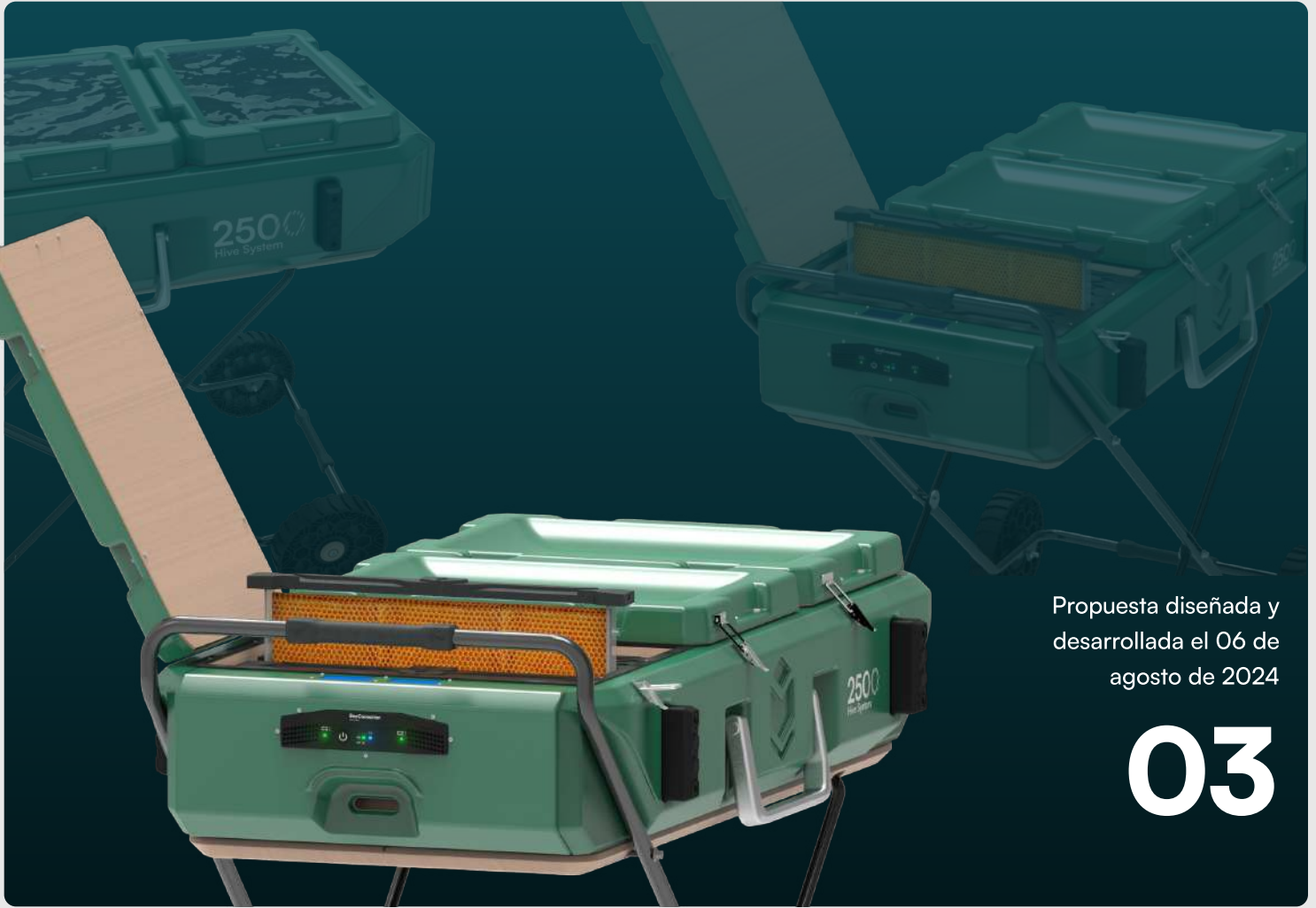


Con la implementación de la aplicación buscamos crear una comunidad de apicultores donde, a través de la sección de novedades, pueden compartir información sobre la actividad apícola, buenas prácticas, y más.

Esta plataforma fomenta la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los apicultores, ayudándolos a mejorar sus técnicas y mantenerse actualizados con las últimas tendencias y avances en el campo.

¿Que buscamos con nuestra aplicación?

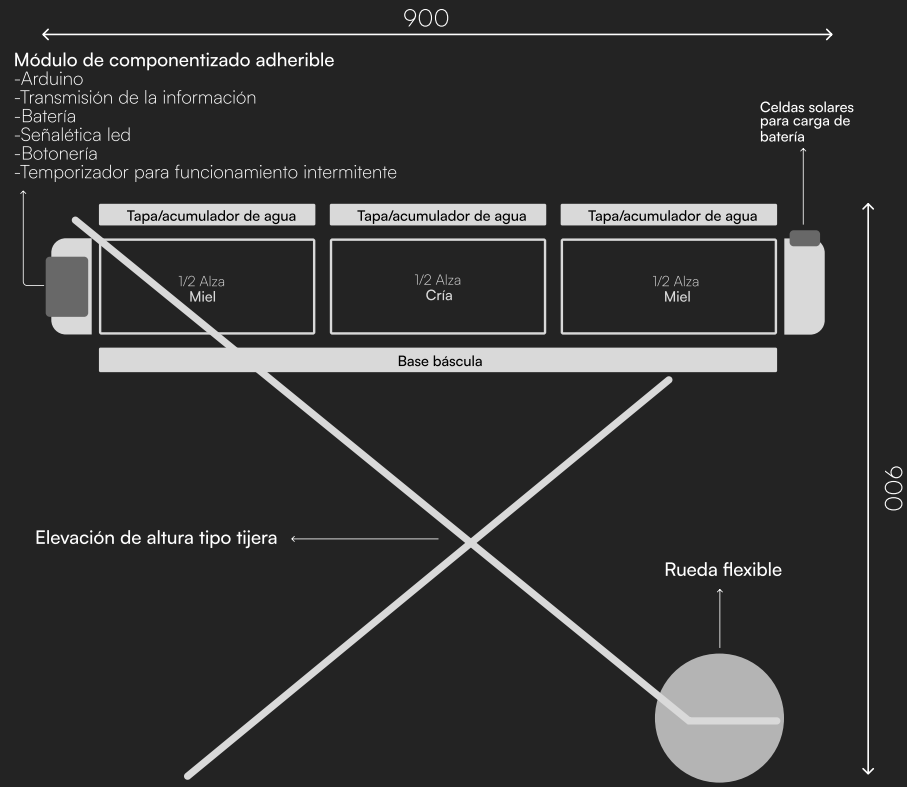
Entendiendo a nuestro usuario objetivo, apicultores mayores con limitado conocimiento de dispositivos móviles, buscamos implementar un diseño sencillo pero atractivo. Nuestro objetivo es que los usuarios puedan comprender fácilmente el funcionamiento de la aplicación, permitiéndoles controlar y monitorear sus colmenas sin complicaciones. La información se presentará de forma clara y simple, facilitando una rápida visualización y comprensión, lo que les permitirá tomar decisiones eficientes de manera ágil y segura.



Propuesta diseñada y desarrollada el 06 de agosto de 2024

03

Planteamiento de un nuevo esquema de producto



Disposición Intercolmena

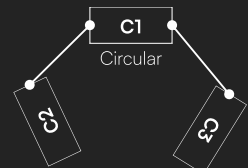
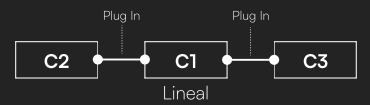
Islas de hasta 3 unidades interconectadas

2m. de distancia entre colmenas



Módulo central

Sensores
Almacén de energía
Comunicación



2500

Hive System



3500

Hive System

2500 gramos de capacidad productiva

Estimado con marcos tamaños 2 medias alzas

3500 gramos de capacidad productiva

Logrado con el aumento del tamaño de los marcos hacia los 3/4 de alza



Decisión respecto a colmenas trabajadas

Capacidad



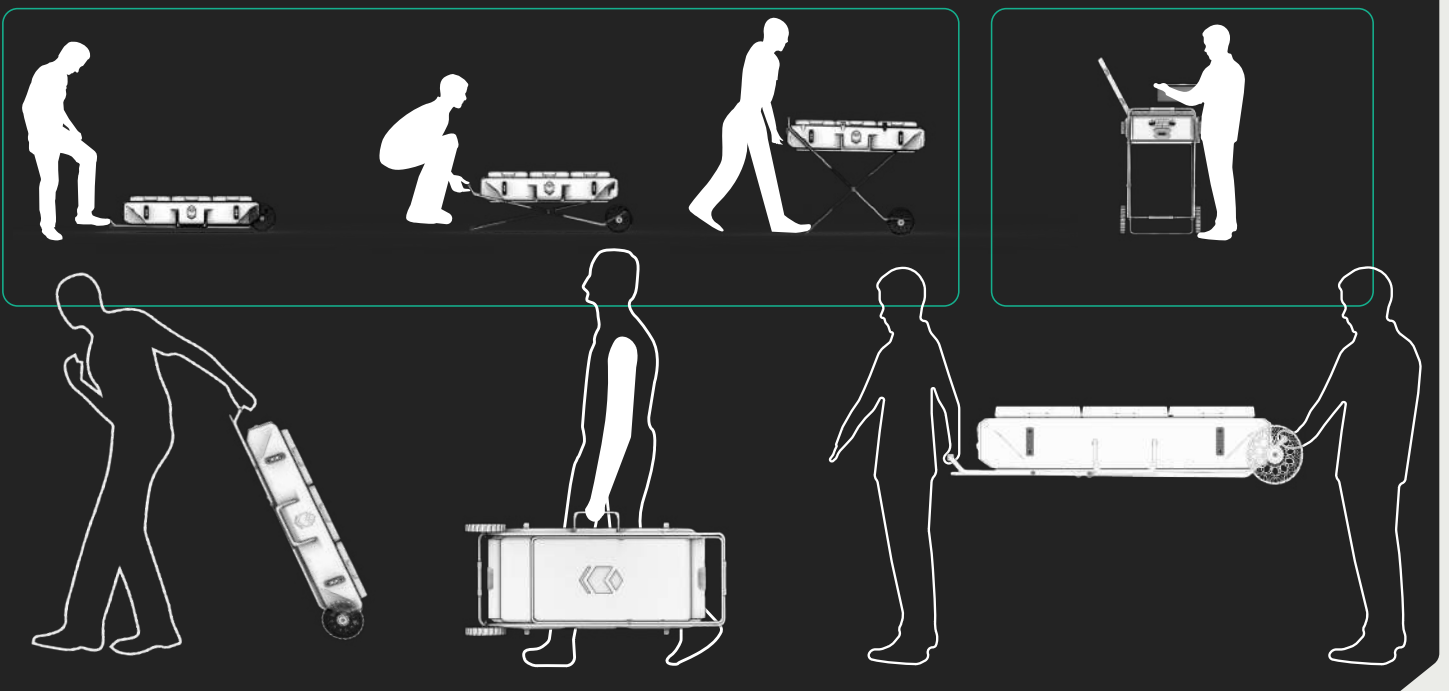
Portabilidad

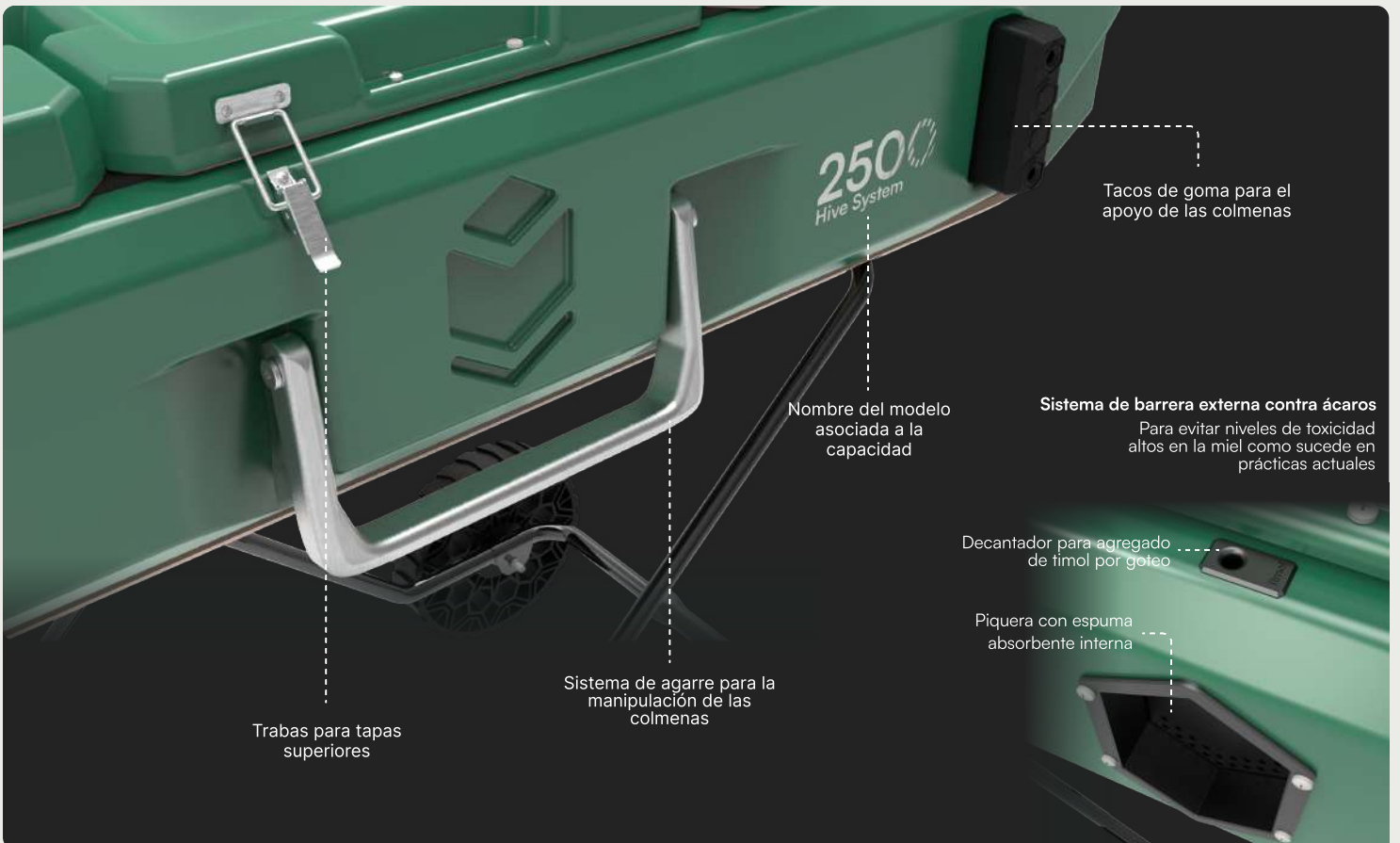
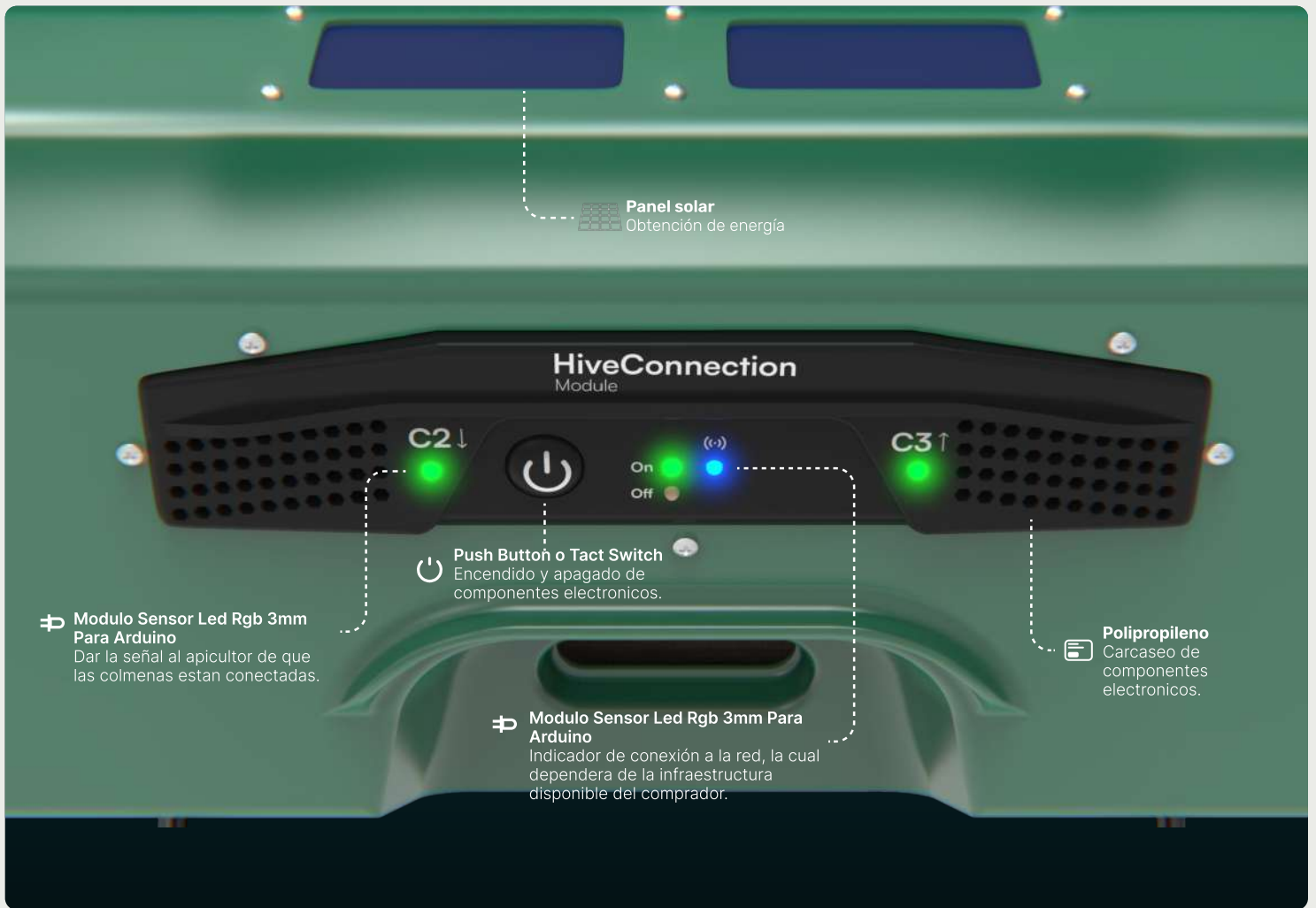
Integración de piezas

Entendimos que las capacidades productivas no son el determinante de una producción garantizada y considerando el usuario de destino, es factible pensar en un producto más homogéneo que sintetice los procesos usables, donde además la tecnología y este tipo de entornos también son factores de peso en los cambios realizados.

Secuencia de uso y despliegue de la colmena

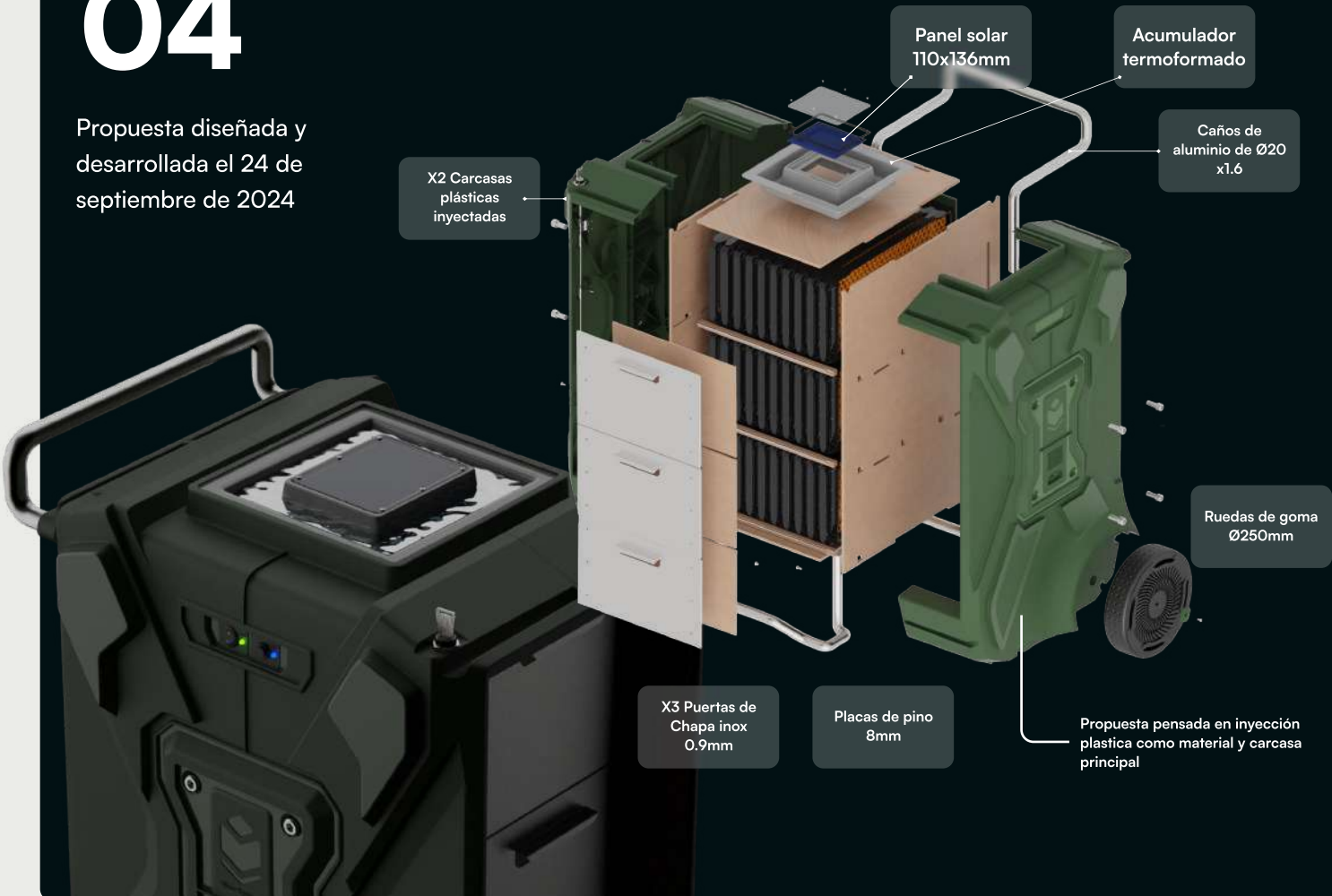
En este diseño, nos enfocamos en la portabilidad, optando por un estilo "tipo maletín" y desarrollando una colmena horizontal. Sin embargo, debido a ciertas consideraciones internas, que se explican en la página 105, decidimos descartar esta idea y regresar a la configuración vertical inicialmente planteada.





04

Propuesta diseñada y desarrollada el 24 de septiembre de 2024



Intervención frontal y nuevo diseño de marco melífero

En este diseño, basándonos en la información etnográfica y las recomendaciones obtenidas, hemos regresado a la diagramación inicial presentada en las propuestas O1 y O2 de este proceso. Además, incorporamos un nuevo marco melífero que ofrece una innovadora forma de manipulación y extracción de la colmena.

⊕ Retiro de los marcos con desplazamiento evitando los movimientos articulares (ahorro de movimientos).

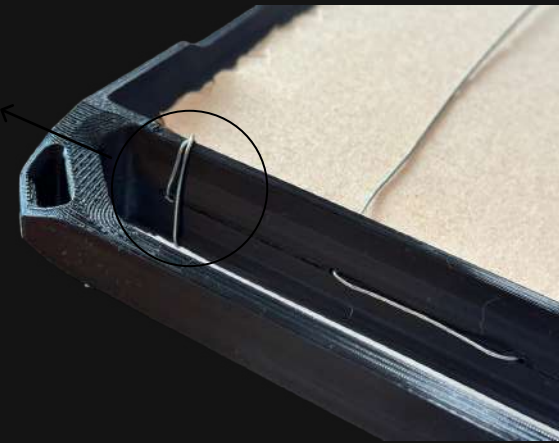
⊕ Tapa como método de apoyo para los marcos.



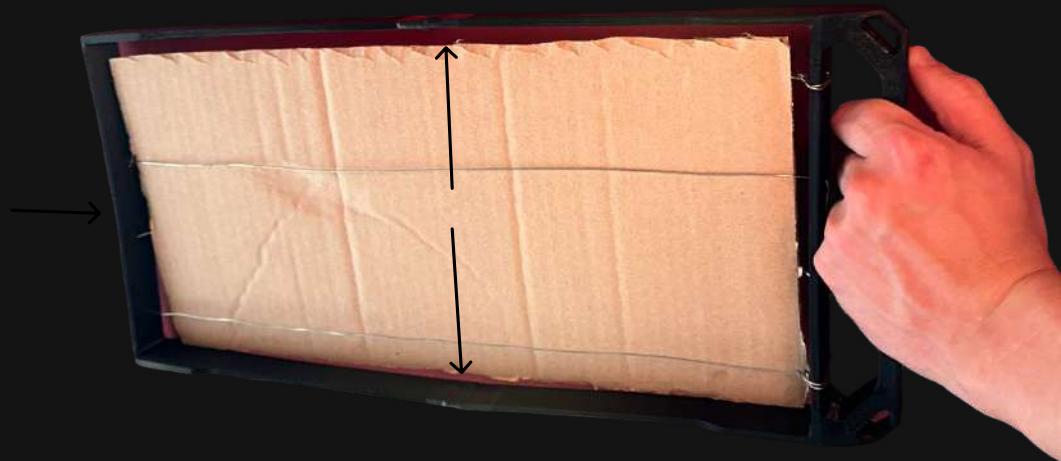
Nuevo marco melífero y cría, prototipo impreso 3d FDM en instancias finales



La continuidad de un solo alambre agiliza los tiempos de colocación



Flexión por tensión de alambre



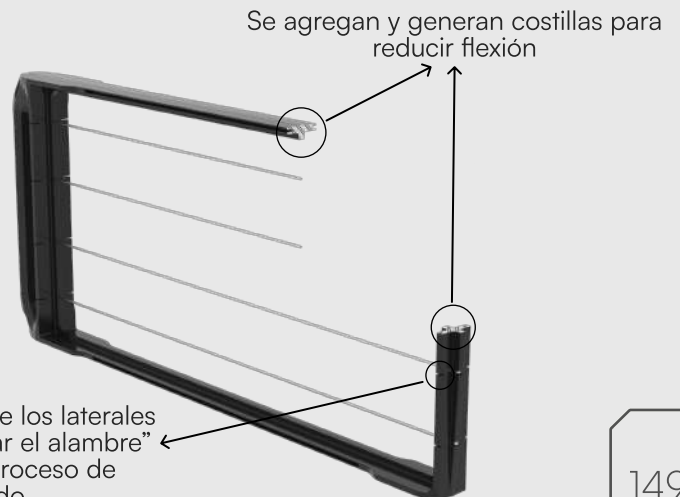
Proceso



Iteración



Ojales para la extracción conjunta de marcos con herramienta estilo pasador



Se agregan y generan costillas para reducir flexión

Se comen levemente los laterales que habilita "enrollar el alambre" para agilizar el proceso de alambrado

Traslado hasta el tráiler y dentro de apiario

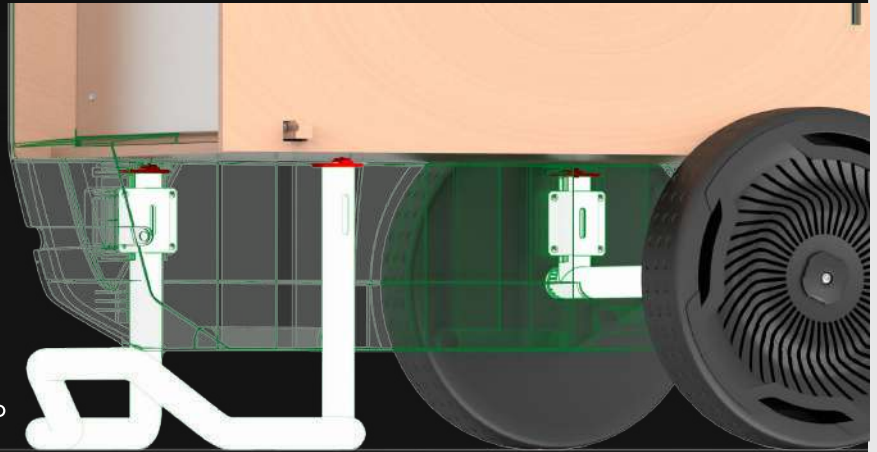
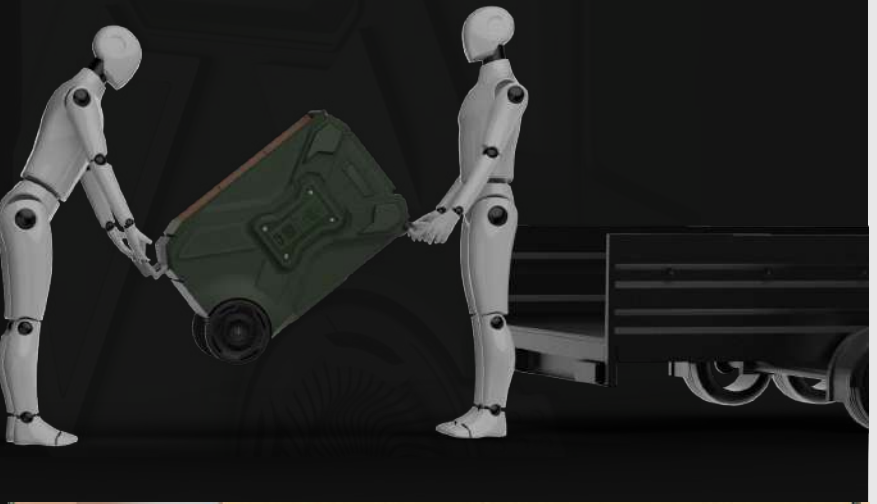
- +- Implementación de ruedas para los movimiento en apiario y el traslado hacia el vehículo.
- +- Reducción de dos viajes por colmena.

Ancho 480mm

Alto 1100mm

Largo 600mm

Báscula de 4 puntos = eliminación de esfuerzo físico



Seguridad

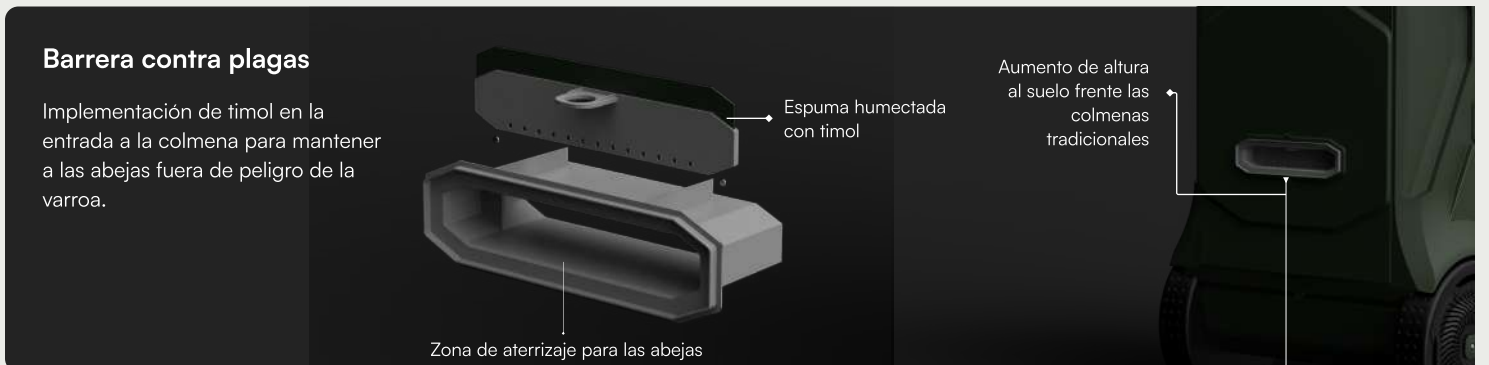
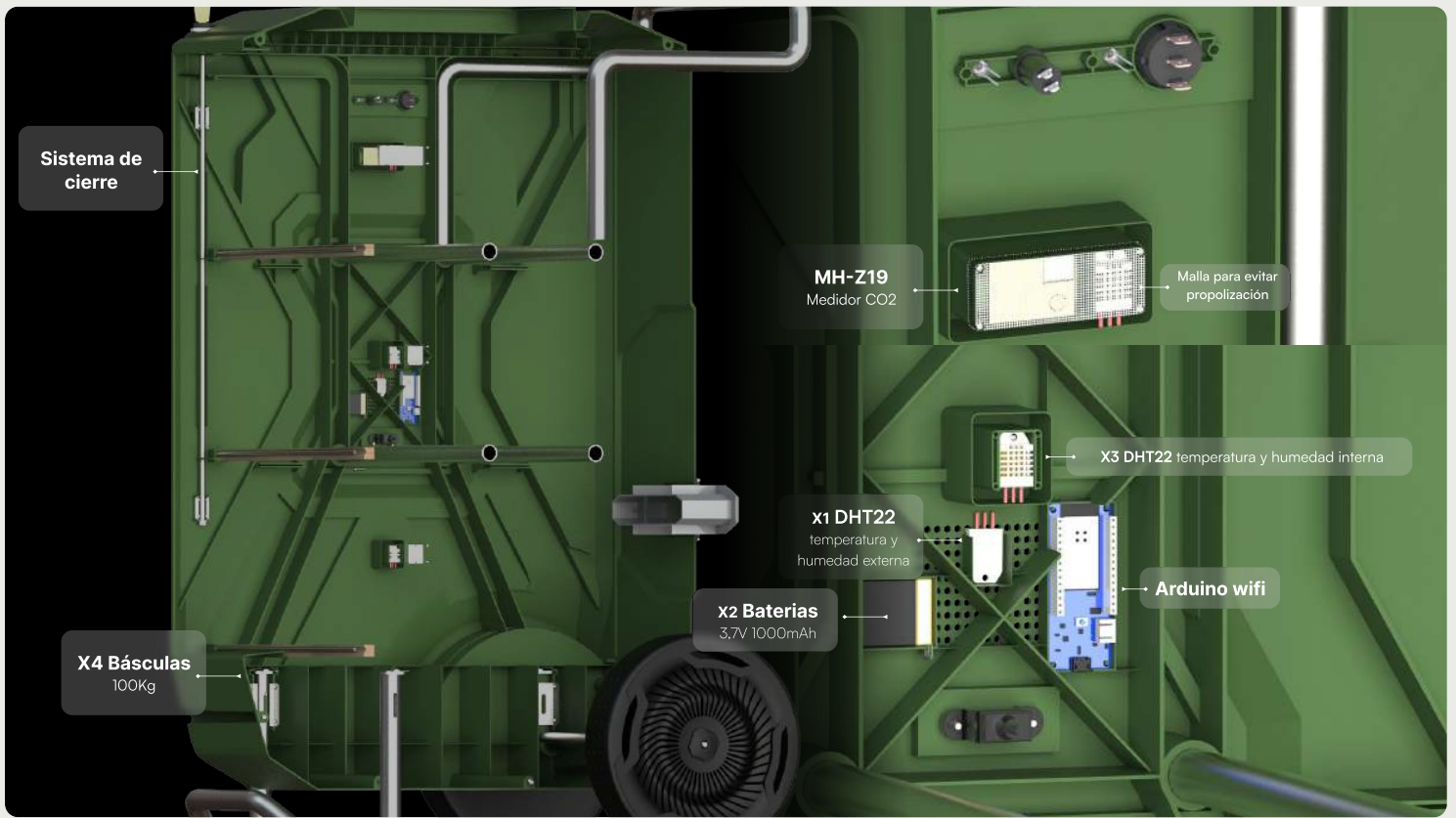
Seguridad física: cierre con llave madre de las colmenas

Seguridad remota: alerta de posible robo de colmena mediante la aplicación

Hidratación

1L x Día
promedio x colmena





Conclusión

La conclusión del proceso proyectual del sistema de colmena refleja un esfuerzo exhaustivo para transformar la apicultura en Argentina, especialmente enfocado en los apicultores de pequeña escala. A lo largo del proyecto, se identificaron y abordaron los desafíos claves del sector, como la limitada incorporación tecnológica y la disminución de la fuerza laboral, factores que impactan tanto en la productividad como en la salud de las abejas.

Este proyecto avanzó en dos direcciones fundamentales: mejorar la usabilidad y aplicar tecnología para la trazabilidad. El diseño resultante integra materiales ligeros y duraderos, ergonomía optimizada para reducir el esfuerzo del apicultor, y tecnologías IoT que permiten el monitoreo en tiempo real. Estos elementos promueven un manejo más eficiente de la colmena y un entorno que mejora el bienestar de las abejas, a la vez que facilita una mayor especialización en la producción de mieles de calidad.

El diseño modular y el enfoque en la trazabilidad proporcionan una herramienta adaptable a las necesidades del sector, con un Producto Mínimo Viable (MVP) que permite validar y ajustar las soluciones en un contexto real, lo que asegura que el sistema responda efectivamente a las demandas del apicultor. En definitiva, este proceso ha culminado en un producto integral, posicionando a los apicultores como actores clave en la conservación y mejora del entorno natural, además de ofrecerles una ventaja competitiva en el mercado apícola.

Memoria descriptiva



Vamat *Hive System*[®] es un innovador sistema de colmena diseñado para transformar la apicultura, ofreciendo una solución que integra tecnología avanzada y principios de sostenibilidad. Este producto está orientado a pequeños y medianos apicultores que buscan optimizar su operación, incrementar la eficiencia en la producción y reducir el esfuerzo físico. La propuesta de valor de Vamat radica en su capacidad para ofrecer un monitoreo en tiempo real y una manipulación ergonómica, mejorando la productividad y el bienestar de las abejas.

El objetivo principal de Vamat *Hive System*[®] es reducir la carga de trabajo del apicultor, permitiéndole concentrarse en la expansión de su actividad sin comprometer la salud y el rendimiento de sus colmenas. Mediante un diseño eficiente y la implementación de sensores, el sistema permite un control remoto que reduce la necesidad de chequeos presenciales constantes. La sostenibilidad y la mejora en la productividad son pilares centrales del diseño.

Características Técnicas y Funcionales:

- **Monitoreo en Tiempo Real:** La colmena incorpora sensores que permiten medir variables clave como la temperatura, la humedad, el peso y la producción de miel. Estos datos se recopilan y envían a una plataforma digital, donde el apicultor puede acceder a ellos en cualquier momento.
- **Control Remoto e Inalámbrico:** A través de una aplicación móvil, los usuarios pueden monitorear el estado de las colmenas desde cualquier lugar, reduciendo la necesidad de visitas físicas y minimizando el estrés de las abejas.
- **Diseño Ergonómico y Eficiente:** Vamat está diseñado para facilitar la manipulación por parte del apicultor, mejorando los procesos de inspección y extracción de miel. Esto no solo ahorra tiempo, sino que reduce el esfuerzo físico asociado al mantenimiento de las colmenas tradicionales.

Beneficios para el Apicultor:

- **Ahorro de Tiempo:** El monitoreo remoto reduce el tiempo dedicado a visitas frecuentes y chequeos presenciales, permitiendo a los apicultores enfocar sus esfuerzos en expandir la operación o en otras actividades estratégicas.
- **Incremento en la Productividad:** Al reducir el estrés de las abejas y optimizar las condiciones de vida en la colmena, el sistema favorece una producción constante y saludable de miel.
- **Sostenibilidad y Durabilidad:** Fabricado con materiales resistentes y sostenibles, el Vamat Hive System es una inversión a largo plazo que minimiza el impacto ambiental de la apicultura.

Vamat Hive System® es una herramienta revolucionaria en el campo de la apicultura moderna, destinada a cambiar la manera en que los apicultores manejan y monitorean sus colmenas. Con su enfoque en la eficiencia, la sostenibilidad y el bienestar tanto del apicultor como de las abejas, Vamat se convierte en un sistema esencial para aquellos que buscan llevar su actividad a un nuevo nivel, impulsando una apicultura más rentable y responsable.



Vamat Hive System®



Comunicación del producto

Los elementos del diseño construyen un sintagma visual y funcional que articula ideas de tecnología, eficiencia y sostenibilidad. Cada detalle refuerza el mensaje central del producto: una colmena moderna, profesional y conectada con el futuro de la apicultura, alejándose del aspecto rústico de las colmenas tradicionales.

Conexión entre Naturaleza y Tecnología

A pesar de su apariencia moderna e industrial, el diseño establece un puente entre lo tecnológico y lo natural. Esto se comunica a través del propósito mismo de la colmena: proteger y gestionar un ecosistema vital como el de las abejas, integrando la sostenibilidad con la innovación.

Futuro y Vanguardia

La elección estética y funcional posiciona la colmena como un objeto de diseño futurista, semánticamente vinculado a una nueva era en la apicultura donde la tecnología no es un complemento, sino el núcleo del progreso.

Superficie Mate y Limpia

Remite a profesionalismo y tecnología avanzada, mientras que evita distracciones visuales, comunicando foco y claridad.

Peso visual

Recae principalmente en las tapas frontales, destacadas por sus paneles definidos y el relieve. Estas tapas capturan la atención y delimitan la frontalidad del producto gracias a su geometría prominente y su posición central en la composición acompañado de la U.

Verticalidad Dominante

El diseño elevado transmite autoridad, vanguardia y modernidad, comunicando un carácter distintivo dentro de su contexto de uso.

Ruedas Integradas

Elemento que agrega dinamismo y movilidad, sugiriendo acción y facilidad de manejo en contextos de campo..

“**Hive System**”: La marca con un término técnico en inglés, que semánticamente posiciona al producto en un contexto global e innovador. “Hive System” sugiere un ecosistema integrado, conectando tecnología y apicultura.

El producto en el entorno



Colores establecidos

Es importante equilibrar la percepción de las abejas con las necesidades humanas. Aunque ciertos colores sean funcionales para las abejas, el diseño también debe ser práctico y estético para los apicultores.

- El blanco aplicado en la colmena aditivado con UV mejora la identificación por las abejas y reduce la absorción de calor solar, manteniendo una temperatura interna óptima.
- Los colores negativos para las abejas son el negro y los tonos oscuros, asociados con depredadores, lo que puede generar estrés o agresividad. Además, el rojo no es visible para ellas, percibiéndolo como un tono oscuro o grisáceo, lo que podría confundirlas o desincentivar su acercamiento.
- Los colores permiten que las abejas identifiquen su propia colmena e intercomunicarse entre ellas, además esta personalización necesaria funcionalmente permite a los apicultores identificarlas con mayor claridad.

Colores suaves y naturales como tonos pastel de **azul, verde o amarillo** podría generar una percepción neutra o positiva en las abejas, evitando su estrés.



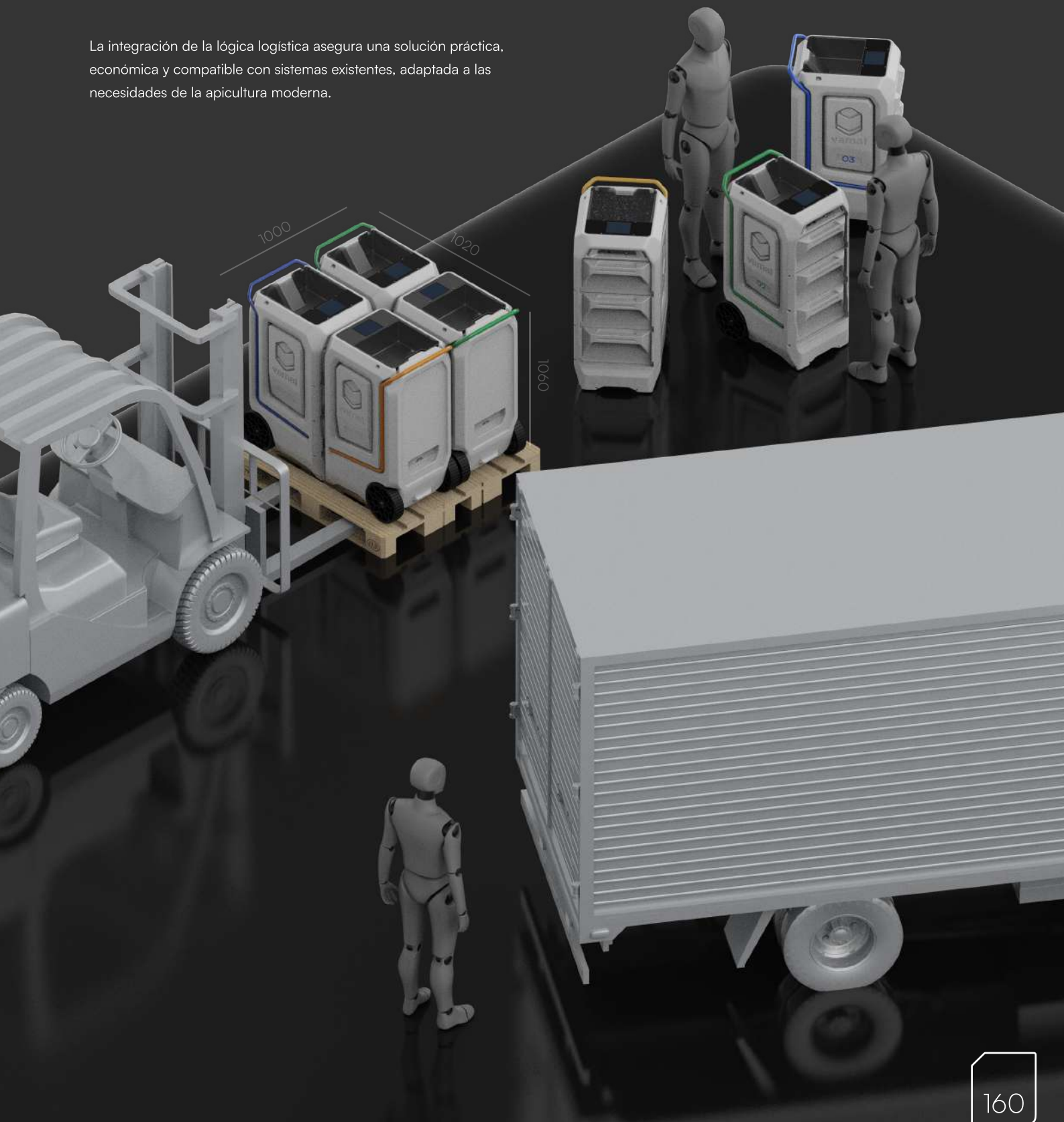
Diseño pensado en la logística

Diseñamos las colmenas considerando medidas logísticas estándar, permitiendo que cuatro unidades encajen perfectamente en un palet de 1m x 1m, facilitando transporte, almacenamiento y manipulación con equipos como montacargas, optimizando recursos logísticos y reduciendo costos.



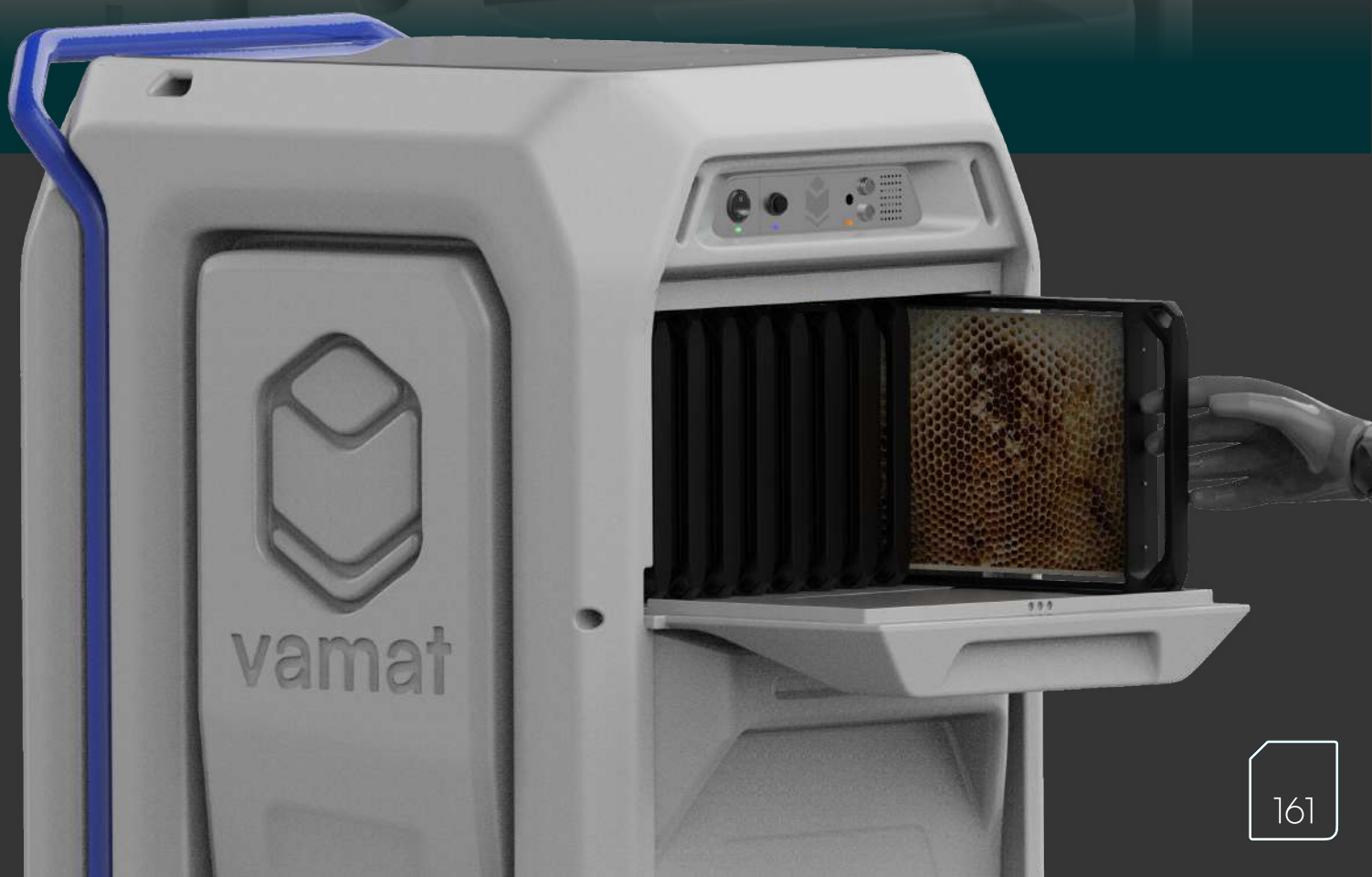
Aprovechar al máximo el espacio reduce la huella de carbono al minimizar viajes necesarios, reforzando nuestro compromiso con la sostenibilidad.

La integración de la lógica logística asegura una solución práctica, económica y compatible con sistemas existentes, adaptada a las necesidades de la apicultura moderna.



Intervención a la colmena

- **Extracción lineal de marcos:** permite retirar los marcos con movimientos lineales, reduciendo el esfuerzo físico y el riesgo de lesiones.
- **Optimización de movimientos:** elimina giros y levantamientos innecesarios, acelerando las inspecciones y reduciendo la fatiga del apicultor.
- **Tapa como soporte:** apoyo para los marcos, evitando el uso de herramientas adicionales y manteniendo el trabajo organizado.
- **Menor estrés para las abejas:** movimientos suaves y menos invasivos reducen el impacto en las colonias, mejorando su productividad.
- **Ergonomía y eficiencia:** diseñado para facilitar el trabajo del apicultor, combinando comodidad y funcionalidad en cada intervención.



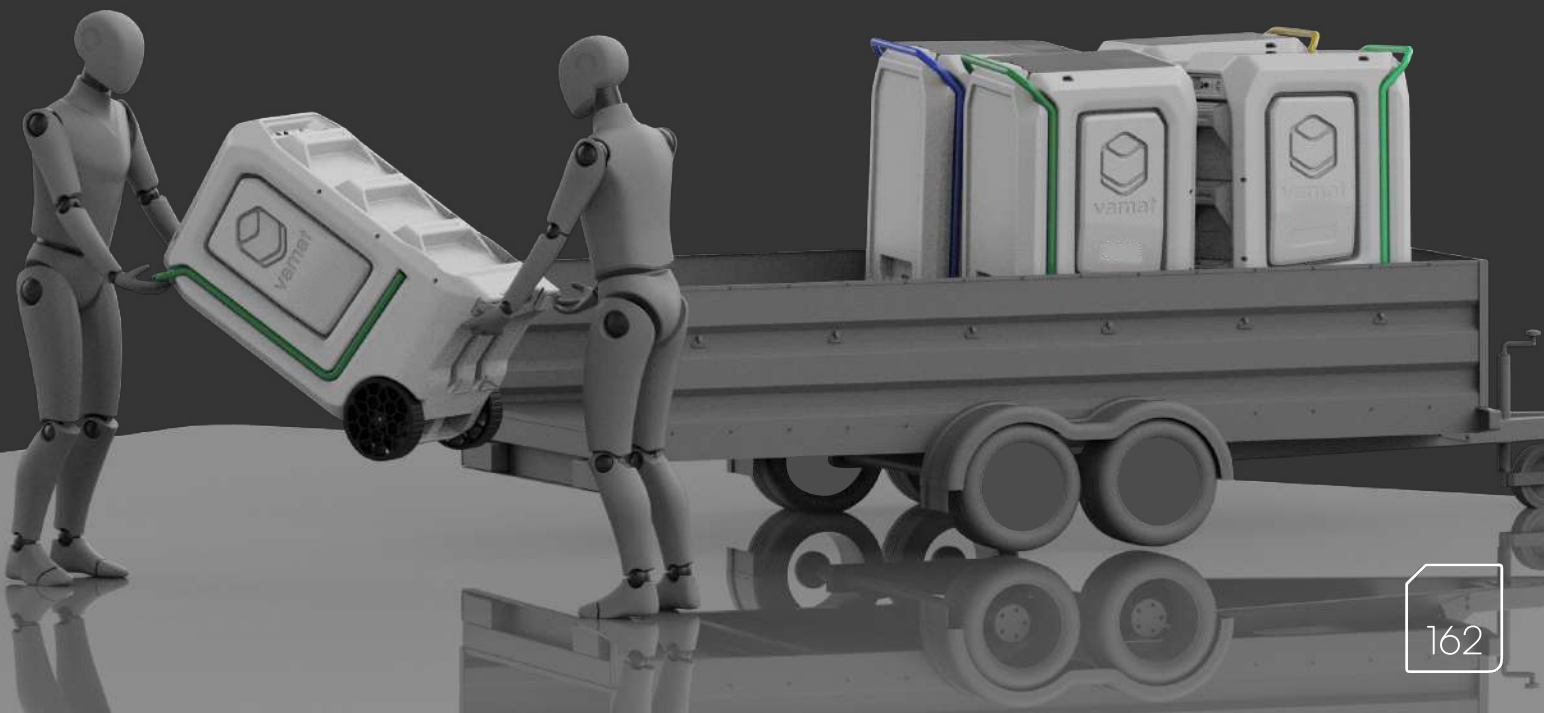
Usabilidad



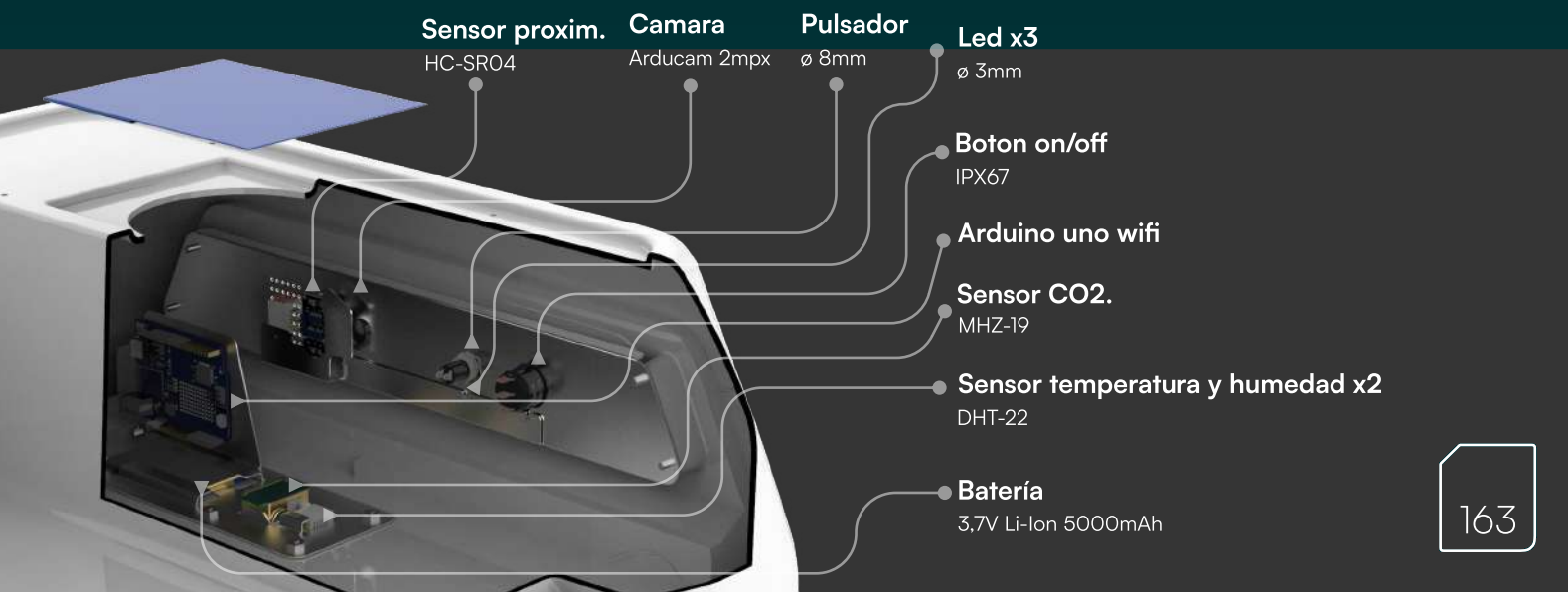
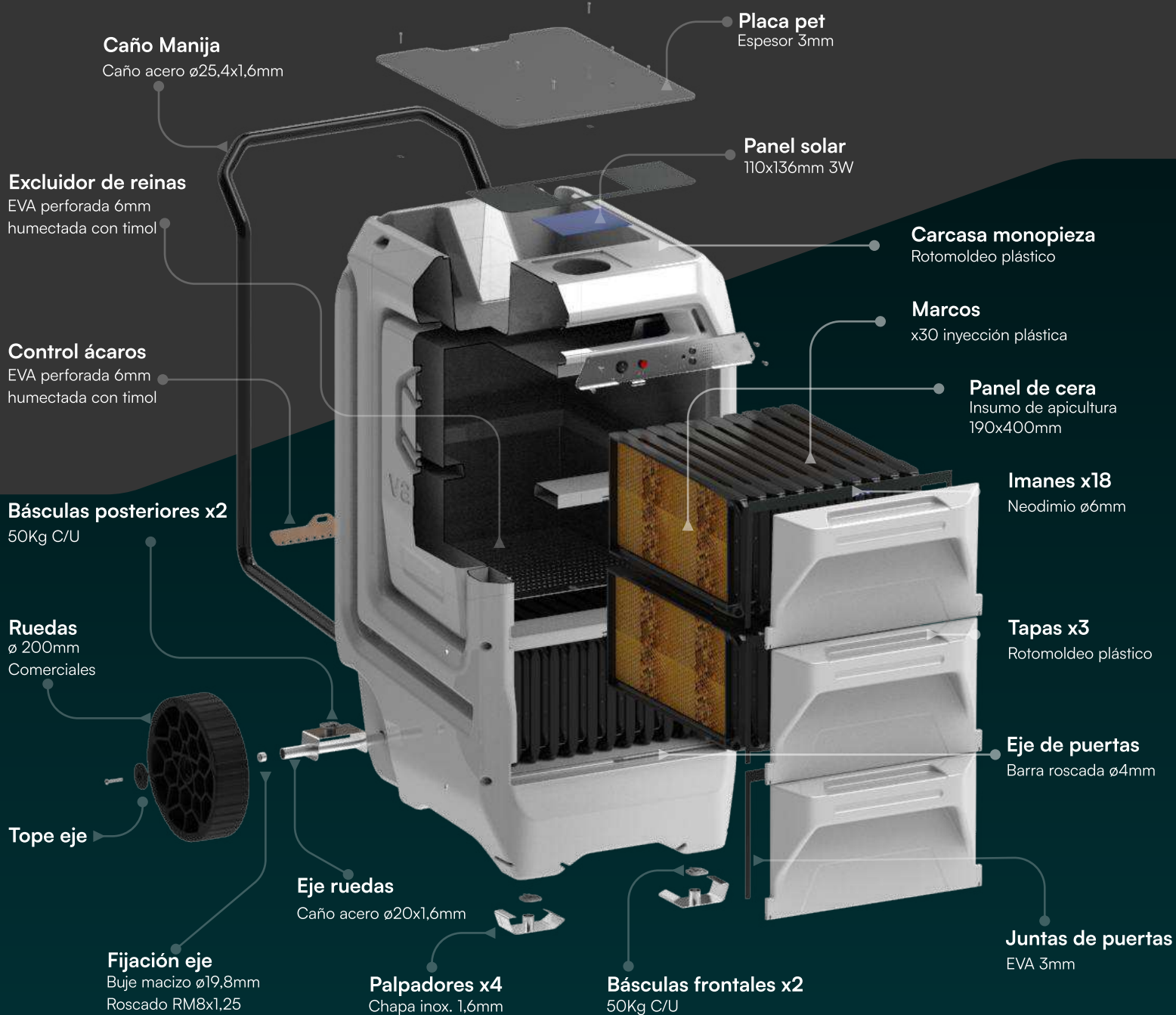
Anteriormente los apicultores tenían que realizar 3 viajes para el traslado de las alzas. Ahora solo 1 viaje a la vez sin tener que cargar con el peso en el cuerpo.



Los movimientos de carga y descarga también se reducen al colocar zonas de manipulación superiores e inferiores (ocultas en el piso de la colmena).



Explotada del producto





Métodos de seguridad

En Vamat *Hive System*®, utilizamos sensores de peso para monitorear la producción en tiempo real.

Si el sistema deja de registrar cambios en el peso, puede ser un indicio de problemas como robo, desplazamiento, fallos técnicos o alteraciones en la colmena.

Este método permite detectar anomalías de forma temprana, garantizando la seguridad de la colmena y optimizando su productividad.

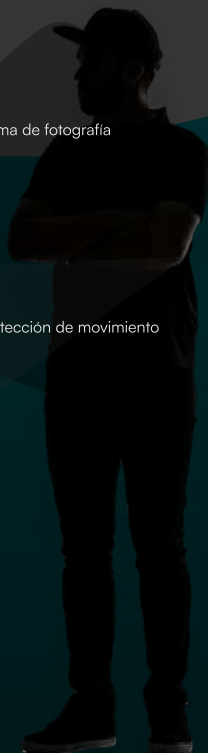
El otro método de seguridad es el uso de un sensor de cámara activado por detección de movimiento, visto previamente en la diagramación de la interfaz. Este sistema captura imágenes automáticamente cada vez que se detecta actividad inusual cerca de la colmena.

Las imágenes generadas incluyen información de fecha y hora, y se envían directamente a la aplicación móvil, donde el apicultor puede visualizarlas en tiempo real.

Este mecanismo permite identificar posibles amenazas, como intrusiones humanas o animales, y tomar medidas preventivas de manera oportuna, fortaleciendo la seguridad de la colmena y protegiendo tanto la producción como a las abejas.

2 toma de fotografía

detección de movimiento



Interfaz de Usuario

La parte frontal de Vamat *Hive System*® integra una interfaz de usuario diseñada para facilitar el acceso y monitoreo en tiempo real. Ha sido diseñada para combinar funcionalidad y simplicidad, permitiendo a los apicultores interactuar con la tecnología de manera directa y eficiente. Su disposición intuitiva facilita el acceso a las principales herramientas de monitoreo y seguridad, ofreciendo una experiencia de uso optimizada que refuerza la conexión entre innovación y practicidad en la gestión apícola.

On / Off

Enlazamiento

Cámara de seguridad

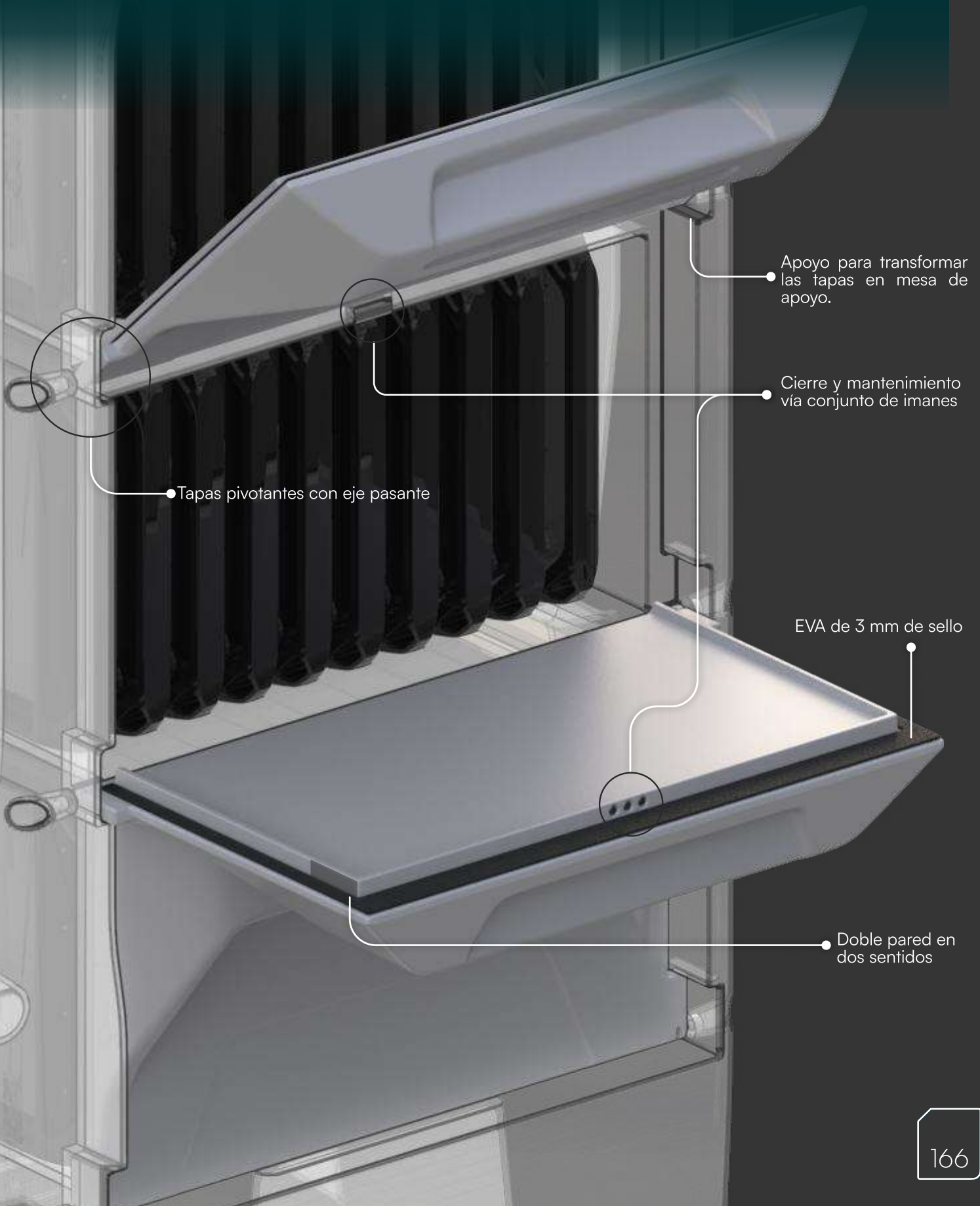
Sensor de proximidad

Medición de temperatura externa



Hermeticidad

El sellado hermético ayuda a mantener un microclima estable dentro de la colmena, optimizando parámetros críticos como temperatura y humedad. Esto resulta esencial para maximizar la productividad y garantizar la supervivencia de las abejas en regiones con condiciones climáticas extremas. Evita la entrada de contaminantes externos como pesticidas, esporas de hongos o bacterias y la misma puede ser transportada o almacenada con mayor seguridad, reduciendo el riesgo de pérdidas durante estas operaciones.



Eficiencia energética

Trasmisión de calor

Ejemplo tentativo en caso invernal.

Entender la importancia de los manejos de temperatura y proponer una mejora sustancial en la tarea de mantener temperatura del producto de manera pasiva impacta positivamente en:



Menor esfuerzo de las abejas en mantener la temperatura interna.



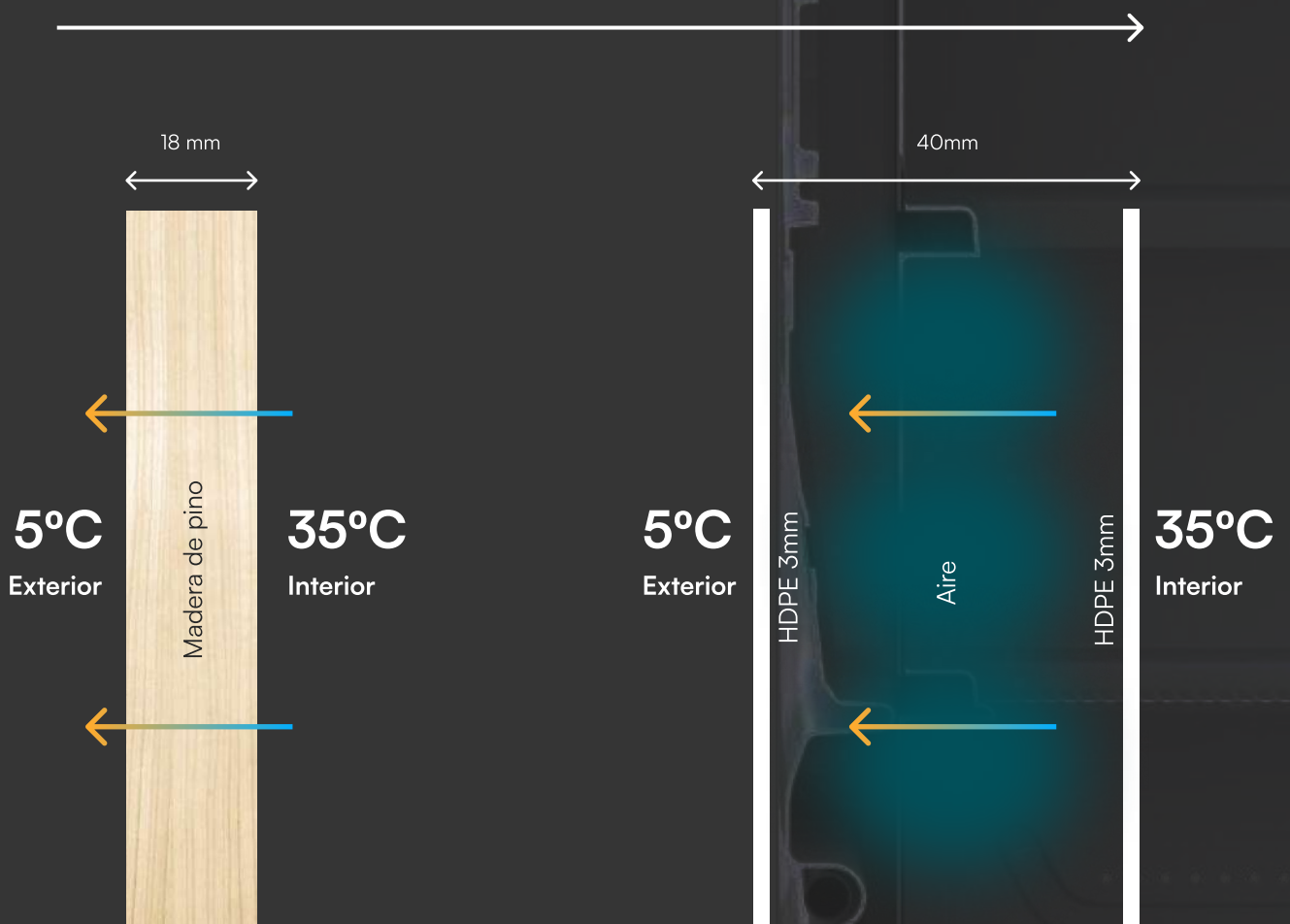
Implica permitir destinar mayor tiempo a la recolección y producción de miel.



Permite menor consumo del alimento (miel)



Habilita dejar prácticas intensivas de la alimentación, ya que no se produce un exceso de demanda de alimento.



pared rotomoldeada en hdpe
x50,6 más eficiente

La pared doble de HDPE con aire es 50.58 veces más eficiente que la madera de pino en términos de aislamiento térmico. Esto significa que transmite mucho menos calor bajo las mismas condiciones.

Ver en anexo 1 el cálculo de transferencia térmica.

Eficiencia energética

Punto de hidratación

11 Litros de capacidad 0,5 L de consumo máximo por día



Disminución de gasto energético abeja

Evita desplazamientos en búsqueda de agua

Mayor producción de miel

Ahorro en tiempo para dedicación de recolección de polen



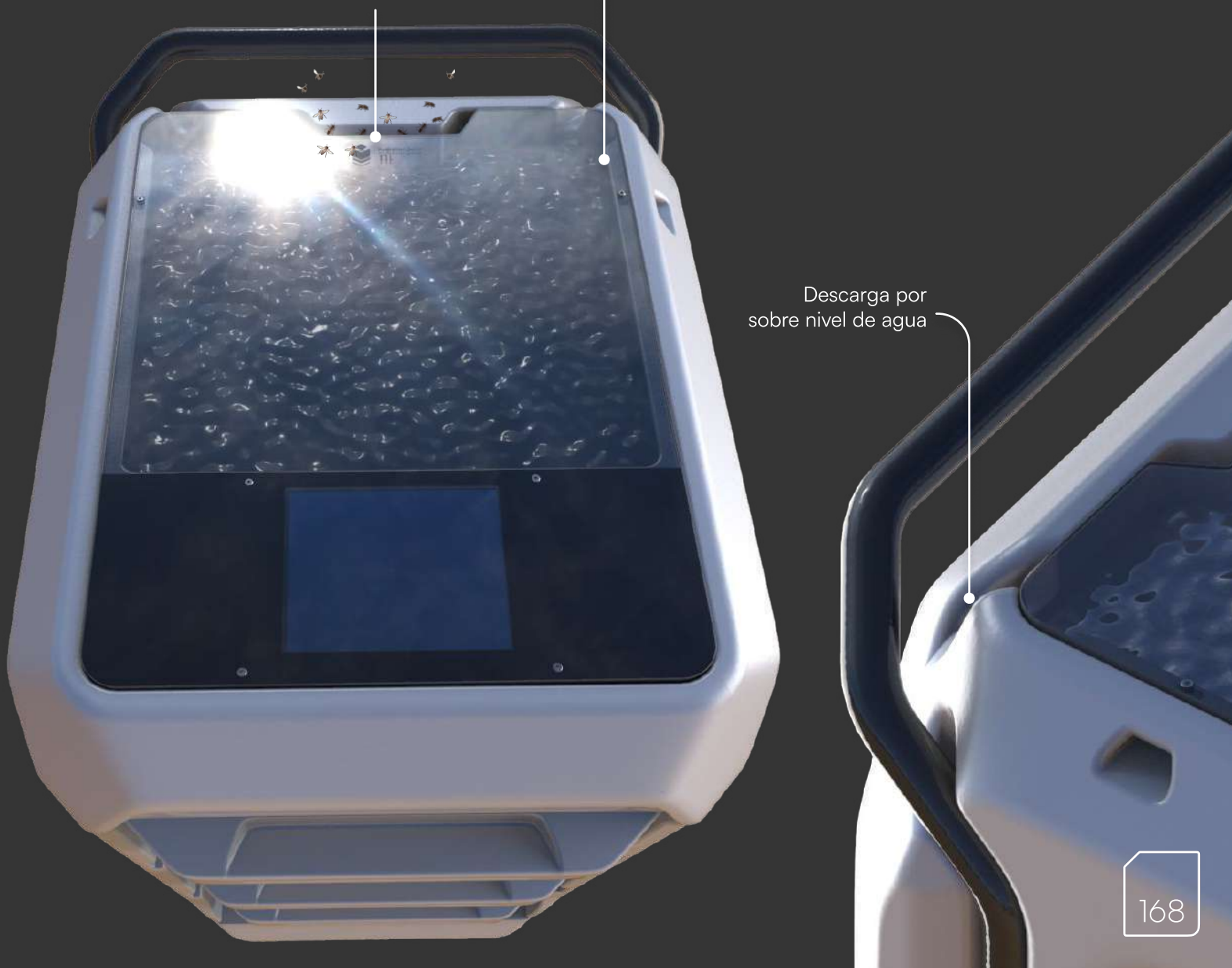
Menor frecuencia de visita del apicultor

Vía app indican las lluvias en zonas donde se dispongan la colmena, se presupone un autoabastecimiento del punto de hidratación.

Retardo de evaporación

“Playa” de bajada a bebedero

Descarga por sobre nivel de agua



Piquera / ingreso de las abejas



La piquera fue rediseñada y reubicada bajo lógicas de prevención centrado en el control de ácaros. La varroosis, causada por el ácaro *Varroa destructor* (parásito), es una enfermedad grave de las abejas, con síntomas como abejas atrofiadas y reducción de la producción de miel.

- Ubicación protegida ante lluvias (empotrada)
- Barrera contra ácaros
- Elevación de distancia al suelo
- Zona de aterrizaje de abeja

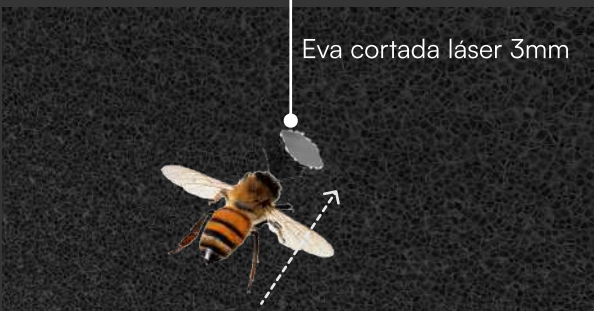
Control de ácaros

Insumo de venta, complemento del planteo de piquera



Humectado con timol

Químico antimicótico utilizado para la prevención y eliminación de la Varroosis.



Eva cortada láser 3mm

Anteriormente la solución a la problemática de la varroosis era darse cuenta visualmente cuando las abejas dejaban de tener un comportamiento óptimo e intervenir dentro de la colmena jugando con los niveles de toxicidad para salvarlas en los días previos a la temporada de producción de miel.

Con esta resolución técnica se busca proporcionar con antelación la aparición de la enfermedad que debilita a la población de la colmena sin intervenir luego con altos grados de toxicidad.

La abeja ahora mediante el rozamiento entre el paso de entrada y salida a la colmena se humectará del químico con dosis menores proporcionándole una especie de “escudo” a la transmisión de la enfermedad.

Constructivamente se elimina la adhesión de piezas para generar la piquera y se aprovecha la elaboración de espacios vía capilaridad del material, es decir, generar zonas de contacto entre las paredes que bordean cada cara de las piezas matrices. Luego de ello se plantean las intervenciones de corte y perforado pertinentes para generar los alojamientos y pasajes al interior de la colmena.

Corte con derretimiento por calor de pieza

Perforado 5mm

Unión por capilaridad



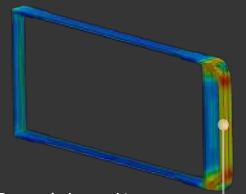
Procesos productivos

Rotomoldeo
HDPE 3MM

Inyección
PP



40S x Unidad
20 min x 30 marcos



Punto de inyección
Ubicado en la zona de mayor grosor para evitar rechupes en el momento de mantenimiento de presión.



El planteo de una carcasa monopieza fabricada por rotomoldeo, se integra eficientemente con la producción de marcos por inyección. Este diseño sincroniza el ciclo de la carcasa con la inyección de 30 marcos, asegurando un flujo constante de piezas a planta, simplificando la logística y reduciendo tiempos muertos. La sinergia entre ambos procesos optimiza recursos, reduce costos y refuerza nuestra propuesta como una solución innovadora y productiva.

Estructura

Las estrategias para fortalecer el conjunto y generar rigidez fué la siguiente:

En movimiento

Transferencia de esfuerzos de la manija hacia el resto del cuerpo.
La ubicación del caño que hace las veces de manija está alineado al eje de las ruedas, esto permite la inclinación del producto desde el momento "0" de la manipulación para traslado.



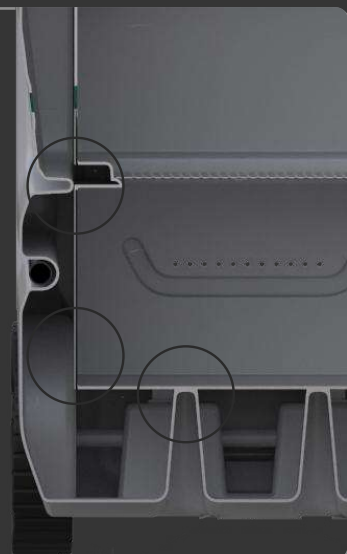
Formal

Se plantean caras biceladas y nervios en dirección de la esbeltez del producto tratando de no sumar ruido visual a las caras desarrolladas.



Técnica

Se aplica el principio de capilaridad en el rotomoldeo para generar vínculos entre las caras internas de las piezas, formando canales rigidizantes en zonas estratégicas. Esto nos permite reforzar la estructura del producto, mejorando su resistencia mecánica sin aumentar significativamente el peso. Además, al integrar estas características durante el proceso de moldeo, optimizamos el uso de material y eliminamos la necesidad de procesos adicionales. Esta solución nos brinda una mayor eficiencia, adaptabilidad a diferentes exigencias estructurales y un diseño más funcional.



Especificaciones técnicas

	Durabilidad proyectada	20 Años
	Peso total (en vacío)	45 Kg
	Material	HDPE - PP (UV)
	Dimensiones	1060 x 500 x 640 mm
	Dimensiones de cera	65 Kg
	Cantidad de marcos	30
	Capacidad melífera	65 Kg
	Capacidad de autonomía (sin recarga solar)	2 días

9:41



Gestiona y monitorea tus colmenas
con **vamat hive system**®

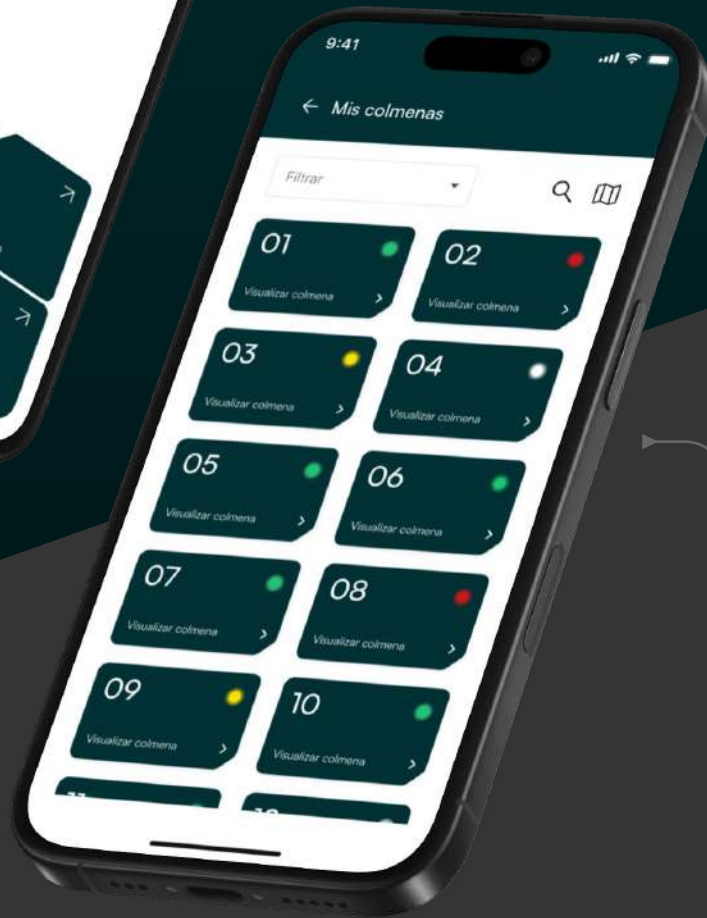
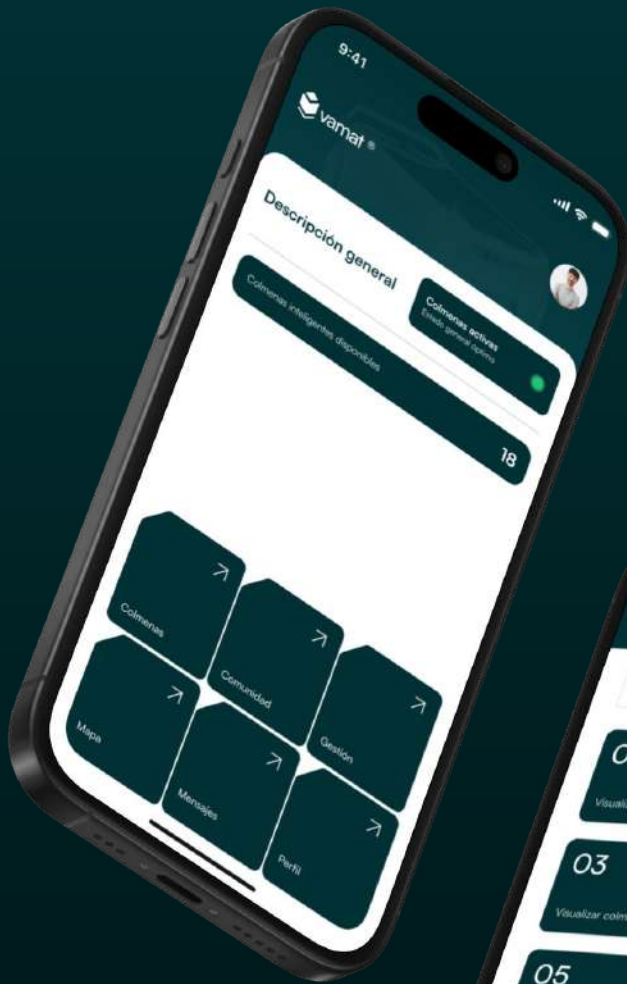
Continuar



Diseño de aplicación móvil



Diseñamos una aplicación simple y atractiva, apta para todo público. Facilita el control y monitoreo de colmenas mediante información clara y accesible, permitiendo decisiones rápidas y seguras.



Luz Verde: Indica que todo está en condiciones normales. No se requiere ninguna acción por parte del usuario, ya que los parámetros de la colmena están dentro del rango óptimo.



Luz Amarilla: Representa una advertencia o precaución. Sugiere que algún parámetro está fuera del rango óptimo o presenta una posible anomalía que aún no es urgente. Es una invitación a revisar y dar seguimiento a la colmena de manera preventiva.

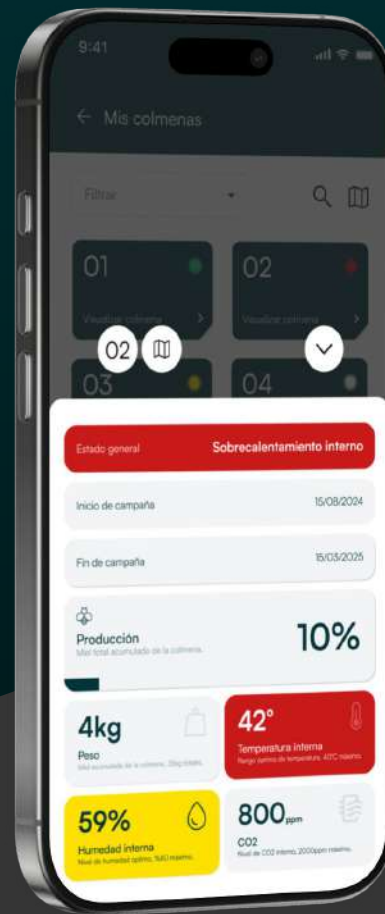
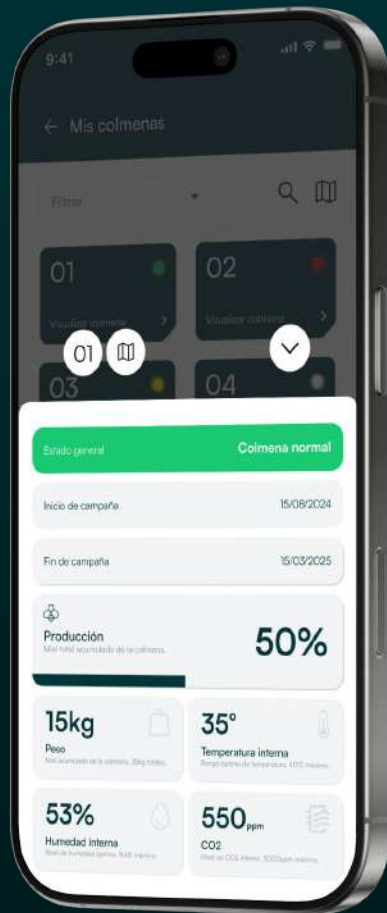


Luz Roja: Señala una alerta crítica que requiere atención inmediata. Puede indicar una situación grave, como temperaturas extremas, baja actividad, o riesgo potencial para la salud de la colmena.



Luz Blanca: Indica que la colmena está inactiva o sin datos actuales. Esto podría deberse a la desconexión de sensores, falta de señal o a que la colmena no está en uso.

Medición de variables



Estado general: Muestra el estado actual de la colmena, indicando si se encuentra en condiciones óptimas, bajo advertencia o en alerta.



Fecha de inicio y cierre de campaña: Registra las fechas de inicio y cierre de la temporada de producción de miel, facilitando el seguimiento de la actividad productiva.



Porcentaje de producción de miel: Indica el avance de la producción en comparación con el objetivo o capacidad esperada de la colmena.



Temperatura interna: Monitorea la temperatura dentro de la colmena, un factor clave para la salud y confort de las abejas.



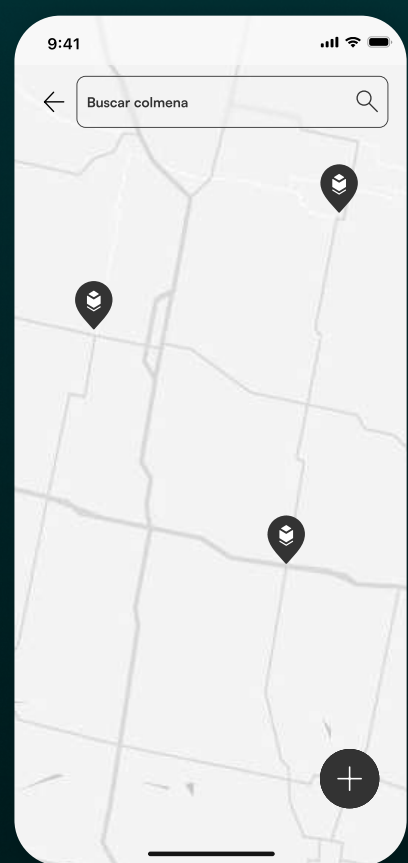
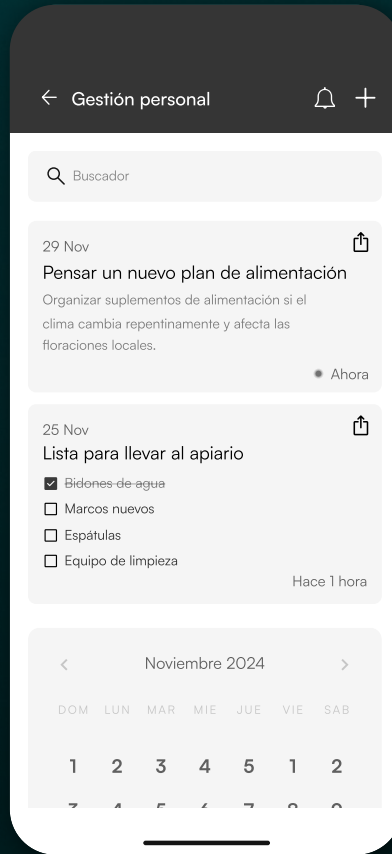
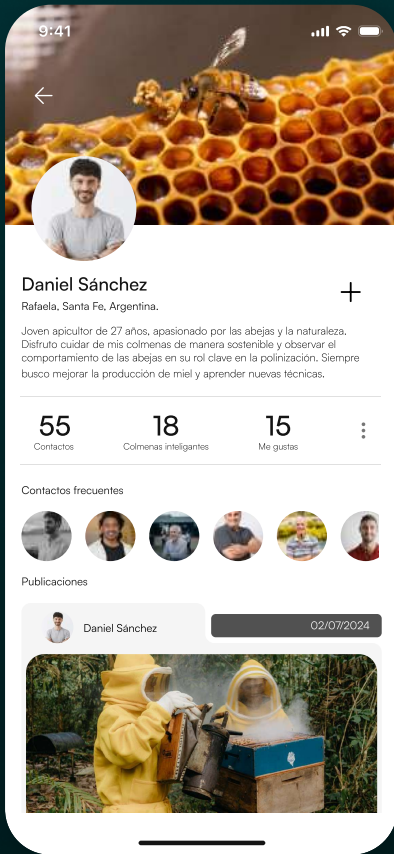
Humedad interna: Mide el nivel de humedad dentro de la colmena, necesario para mantener un ambiente adecuado para la cría y conservación de la miel.



CO₂ interno: Controla los niveles de dióxido de carbono, que pueden afectar la ventilación y la salud de las abejas si están fuera de rango.



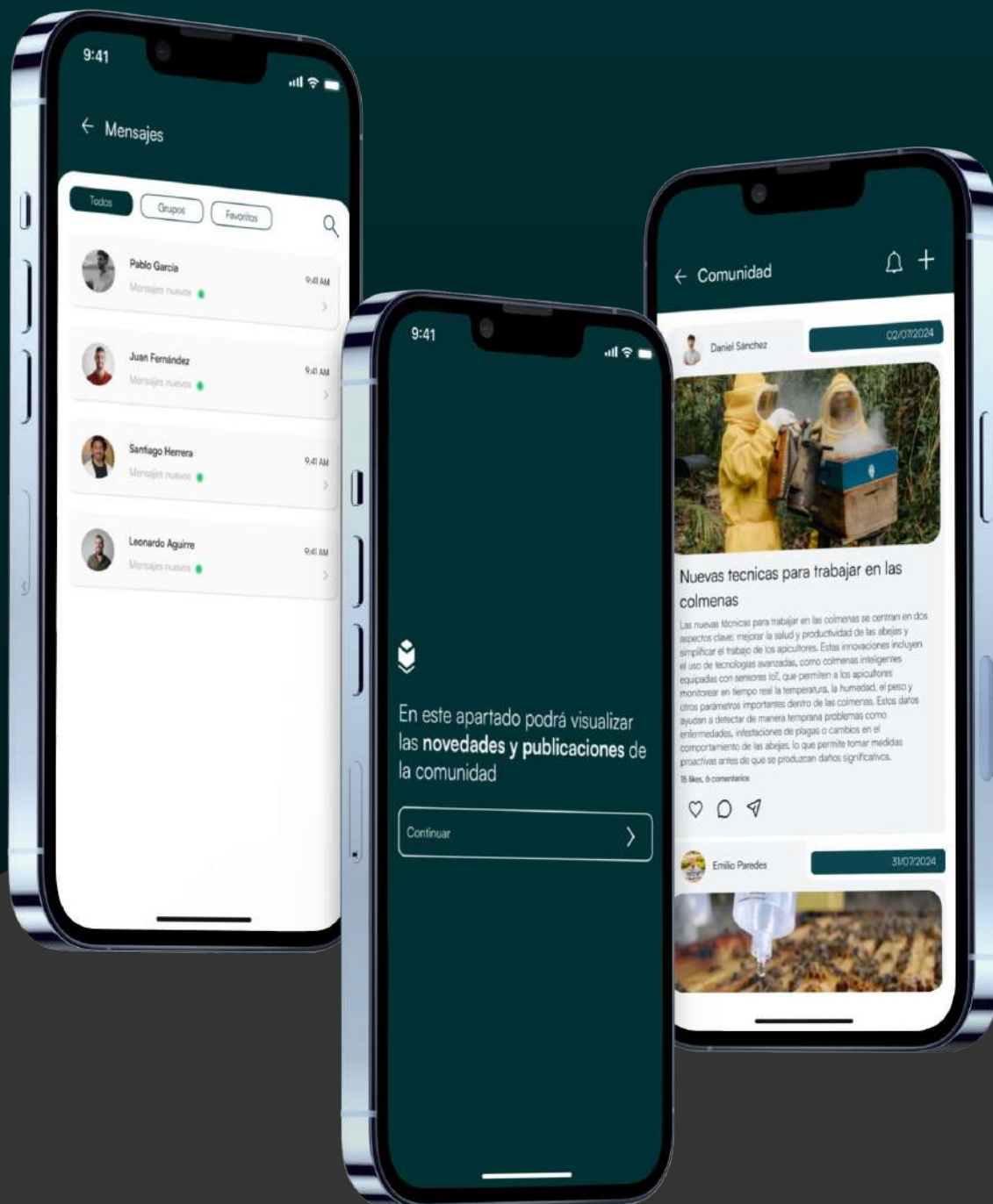
Peso de la producción: Mide el peso total de la miel producida, permitiendo evaluar la productividad de la colmena en tiempo real.



Perfil personal: En este apartado, el usuario puede acceder a su perfil, que incluye una breve descripción de su experiencia y datos relevantes. Aquí podrá ver la cantidad total de colmenas que administra y acceder a su lista de contactos para comunicarse fácilmente con otros apicultores o especialistas. Además, el usuario tendrá la opción de conseguir trabajadores temporales para el manejo de sus colmenas, facilitando la búsqueda de apoyo adicional durante temporadas de mayor actividad o cuando se requiera asistencia específica.

Gestión personal: Este espacio ofrece herramientas para organizar y planificar las actividades relacionadas con las colmenas. Incluye un bloc de notas donde el usuario puede registrar observaciones, tareas pendientes o recordatorios importantes, y un calendario que permite programar eventos como revisiones, alimentaciones o inspecciones, con recordatorios automáticos. Estas herramientas facilitan el seguimiento y la organización de las actividades en función de las necesidades de las colmenas y la campaña productiva.

Mapa de ubicación de colmenas: Un mapa global interactivo donde el usuario puede visualizar la localización exacta de cada una de sus colmenas en las áreas de producción. Esto permite monitorear en tiempo real la dispersión y situación geográfica de las colmenas, brindando una referencia visual clara para gestionar distintas ubicaciones.



Con la implementación de la aplicación, buscamos construir una comunidad de apicultores que, a través de la sección de novedades, pueda compartir información sobre la actividad apícola, buenas prácticas y otros temas relevantes.

Esta plataforma promueve la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los apicultores, brindándoles la oportunidad de mejorar sus técnicas, resolver dudas y mantenerse al tanto de las últimas tendencias y avances en el sector.

Vamat Hive System®



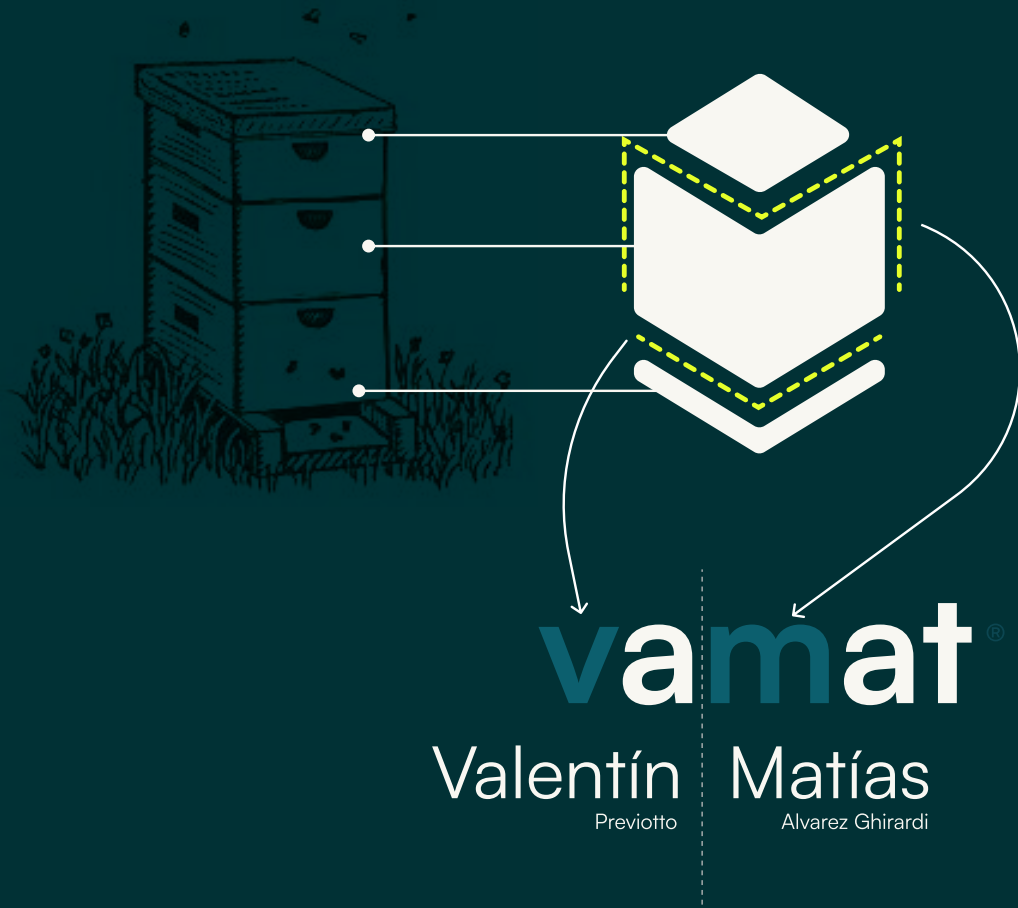
Imagotipo y nombre



Este puede interpretarse como la representación visual del producto tecnológico aplicado a la naturaleza. La marca proyecta modernidad sin perder el vínculo con la ecología, lo cual es fundamental en un modelo de colmenas activas que busca optimizar la apicultura mediante la tecnología, sin perder de vista la sostenibilidad y el respeto por el entorno natural. La combinación de los nombres de sus fundadores, Matías y Valentín, le da un toque humano y cercano, lo cual puede resonar positivamente con clientes y aliados que valoran el compromiso personal y la innovación sostenible.

Paleta de colores





Análisis Semántico

El logotipo transmite una imagen de solidez, simplicidad y modernidad, cualidades esenciales para un producto tecnológico en la apicultura. Los tonos verdes evocan naturaleza y sostenibilidad, reflejando un compromiso con el medio ambiente, algo crucial en un proyecto relacionado con colmenas. El diseño también sugiere confianza y centralidad, importantes para captar la atención y respeto de clientes interesados en una apicultura eficiente y responsable.

Análisis Morfológico

La forma geométrica de bloques apilados recuerda a un diseño modular, que puede asociarse con la estructura de las colmenas y los distintos niveles de monitoreo que pueden incluirse en una colmena inteligente. La simetría y el enfoque limpio en las formas representan orden y precisión, características que reflejan la funcionalidad de sensores y dispositivos de medición en la colmena. La forma en “V” en la parte inferior parece apuntar hacia abajo, tal vez aludiendo al flujo de datos que se recolecta desde las colmenas hacia una plataforma central.



Vamat Hive System®



Eficiencia energética

Cálculo de transferencia térmica entre pared de pino tradicional y propuesta rotomoldeada espaciada con aire

Datos

Conductividad térmica (k):

- Pino: $k = 0.12 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (valor típico para madera de pino seco).
- HDPE: $k = 0.46 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (valor típico para polietileno de alta densidad).
- Aire: $k = 0.025 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (para aire inmóvil).

Espesores:

- Pino: $d = 0.018 \text{ m}$.
- HDPE (pared doble): $d = 0.003 \text{ m}$ (cada capa de HDPE).
- Capa de aire: $d = 0.4 \text{ m}$.

Resistencia térmica del aire en superficies internas y externas (R_{conv}):

- Interna: $R_{\text{conv,int}} = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Externa: $R_{\text{conv,ext}} = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Cálculo asistido por IA

Cálculo de resistencia térmica total (R_{total}):

1. Madera de pino:

$$R_{\text{madera}} = \frac{d}{k} = \frac{0.018}{0.12} = 0.15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Resistencia total:

$$R_{\text{total,madera}} = R_{\text{conv,ext}} + R_{\text{madera}} + R_{\text{conv,int}} = 0.04 + 0.15 + 0.13 = 0.32 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

2. Pared doble de HDPE con aire:

Para el HDPE:

$$R_{\text{HDPE}} = \frac{d}{k} = \frac{0.003}{0.46} \approx 0.00652 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Para el aire:

$$R_{\text{aire}} = \frac{d}{k} = \frac{0.4}{0.025} = 16.0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Resistencia total:

$$R_{\text{total,HDPE}} = R_{\text{conv,ext}} + R_{\text{HDPE}} + R_{\text{aire}} + R_{\text{HDPE}} + R_{\text{conv,int}}.$$

$$R_{\text{total,HDPE}} = 0.04 + 0.00652 + 16.0 + 0.00652 + 0.13 \approx 16.183 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Cálculo del flujo de calor (Q):

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T,$$

donde:

- A : área de la superficie (supongamos 1 m^2).
- $\Delta T = T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}} = 35 - 5 = 30 \text{ K}$.

1. Para madera:

$$Q_{\text{madera}} = 3.125 \cdot 1 \cdot 30 = 93.75 \text{ W}.$$

2. Para HDPE con aire:

$$Q_{\text{HDPE}} = 0.0618 \cdot 1 \cdot 30 \approx 1.854 \text{ W}.$$

Cálculo del coeficiente de transferencia térmica (U):

$$U = \frac{1}{R_{\text{total}}}.$$

1. Para madera:

$$U_{\text{madera}} = \frac{1}{0.32} \approx 3.125 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}.$$

2. Para HDPE con aire:

$$U_{\text{HDPE}} = \frac{1}{16.183} \approx 0.0618 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}.$$

Comparación de eficiencia:

La eficiencia se calcula como la relación inversa de las tasas de transmisión de calor:

$$\text{Eficiencia relativa} = \frac{Q_{\text{madera}}}{Q_{\text{HDPE}}} \cdot 100.$$

$$\text{Eficiencia relativa} \approx \frac{93.75}{1.854} \cdot 100 \approx 5058 \%.$$

Plan de negocios



Resumen ejecutivo

Vamat *Hive System*® presenta un innovador sistema de colmena diseñado para revolucionar la apicultura en Argentina, enfocado especialmente en apicultores de pequeña escala, que habilita la producción de mieles características del centro Argentino. Nuestro diseño ergonómico reduce el estrés de las abejas y mejora la productividad, integrando sensores y tecnologías IoT ²² para monitoreo en tiempo real y gestión proactiva. Utilizando materiales ligeros y duraderos, se garantiza la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental. Este diseño integral revitaliza la apicultura con principios de usabilidad, trazabilidad y comunidad de red. Además, Vamat *Hive System*® facilita a los apicultores de baja escala iniciarse en la producción de mieles de determinados cultivos, permitiendo un enfoque más especializado y rentable en la apicultura.

22_Las tecnologías IoT (Internet de las Cosas, por sus siglas en inglés) se refieren a la interconexión de dispositivos y objetos físicos a través de Internet, permitiendo que recopilen, intercambien y procesen datos de manera autónoma.

Problemática

La pérdida de la población de abejas ha ido incrementándose cada año: en 2021 se situó en 39% mientras que en 2022 el 48%, impactando negativamente en la productividad de miel lo que conlleva a que la actividad apícola disminuya por cuestiones de rentabilidad. Si la caída de la actividad sigue esta tendencia nos encontraremos con una rueda cíclica negativa ambiental (ya que menos apicultura es igual a menos biodiversidad). Ante estos datos alarmantes vemos la necesidad de generar estrategias para la sostenibilidad del sector a través de la implementación de un producto habilitante a nuevas oportunidades de negocio y a la par hacer frente a estos nuevos desafíos: adaptable a las variaciones del entorno, monitoreable para la gestión eficiente de recursos y usable para el apicultor para el fomento de buenas y más confortables prácticas en el rubro.

El territorio del proyecto

Desarrollar un producto como el sistema de colmena en Rafaela, Santa Fe, Argentina, presenta tanto oportunidades como desafíos, basados en las características del entorno económico, productivo, institucional y cultural del territorio.

Vamat *Hive System*[®] tiene un gran potencial de desarrollo en Rafaela, Santa Fe, debido a la combinación de un sector productivo favorable, el respaldo institucional y el marco legal adecuado para la apicultura. Sin embargo, para asegurar el éxito económico, será clave contar con alianzas estratégicas con instituciones como el INTA y cooperativas apícolas, y superar la posible resistencia cultural inicial a nuevas tecnologías. La sostenibilidad y el enfoque en la productividad son diferenciadores que pueden atraer a los pequeños apicultores, impulsando el desarrollo económico del producto en esta región.

Entorno productivo

Rafaela es un área fuertemente vinculada a la producción agropecuaria, con un sector productivo bien desarrollado, especialmente en lo relacionado con la agricultura y la ganadería. En este contexto, la apicultura tiene un lugar estratégico, ya que la región cuenta con recursos naturales que favorecen la producción de miel, como una flora variada y un entorno rural adecuado para las actividades apícolas. Además, Rafaela tiene una infraestructura productiva que incluye pequeñas y medianas industrias capaces de aportar insumos y servicios necesarios para la fabricación del sistema de colmena, como materiales ligeros y componentes electrónicos.

A nivel productivo, la integración de tecnologías IoT y el uso de materiales sostenibles encajan con las tendencias hacia la agricultura de precisión y la sostenibilidad, cada vez más valoradas en las prácticas agrícolas locales.

Entorno institucional

En Rafaela y Santa Fe existe la tradición en la colaboración público-privada en proyectos de innovación. Instituciones como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) tienen una fuerte presencia en la región y ofrecen apoyo técnico y capacitación para los apicultores. También existen cooperativas apícolas que fomentan el desarrollo de la actividad como se reflejan en el mapa de actores (pág. 17) , proveyendo recursos y asistencia técnica a los pequeños productores.

La presencia de centros de investigación y universidades en la provincia de Santa Fe también es clave, ya que podrían contribuir con el desarrollo tecnológico del proyecto, aportando conocimientos sobre ergonomía, materiales innovadores, sostenibilidad, y monitoreo en tiempo real.

Aspectos legales y Regulatorios

Ley Nacional de Apicultura N.º 25.080, establece los lineamientos para promover el desarrollo de la apicultura en Argentina desde la sostenibilidad y sanidad de las colmenas, la protección de las abejas, y la conservación del ambiente. En cuanto al uso de agroquímicos, existen normativas como la Resolución N.º 515/2008 del SENASA, que regula la comercialización de productos apícolas, exigiendo que la miel exportada cumpla con estándares internacionales de calidad y control de residuos de agroquímicos. A nivel provincial, diversas provincias tienen regulaciones específicas que limitan o prohíben el uso de ciertos pesticidas, como la Ley 12.349 de la provincia de Santa Fe, que regula el uso de agroquímicos y establece zonas de protección apícola para minimizar el impacto en la salud de las abejas.

Estas normativas son fundamentales para desarrollar un sistema de colmenas tecnológicas que se ajuste a los estándares de producción orgánica y sustentable.

Cultura Apícola y Social

La región centro del país tiene una tradición apícola, especialmente entre los pequeños productores. Esto favorece la adopción de nuevas tecnologías, aunque inicialmente puede haber resistencia al cambio, especialmente en apicultores más tradicionales. No obstante, la necesidad de mejorar la productividad y la salud de las abejas debido a la disminución de mano de obra y las amenazas ambientales (como el cambio climático) hacen posible que los apicultores de la zona vean con buenos ojos una solución como Vamat Hive System® , que reduce el esfuerzo físico y aumenta la eficiencia de la gestión apícola.

Oportunidades y Viabilidad

La región ofrece un entorno favorable para el desarrollo económico del producto, ya que combina un sector apícola en crecimiento (Según el Registro Nacional de Productores Apícolas RENAPA, el número de apicultores ha crecido, con más de 24,000 productores registrados en 2022), el apoyo de instituciones dedicadas a la innovación y la sostenibilidad, y una infraestructura productiva que facilita la fabricación local. Además, la cercanía a otras regiones productivas en Santa Fe y provincias limítrofes como Córdoba y Buenos Aires con sus características de conectividad logística permiten la expansión comercial a otros territorios dentro de Argentina.

Por otra parte, según el Ministerio de Hacienda 2018, donde muestra que el 75% de los apicultores en el país son de pequeña escala, este enfoque en los pequeños apicultores se alinea con los esfuerzos por diversificar las actividades agropecuarias en la región, contribuyendo no solo a la economía local, sino también al desarrollo de un mercado de mieles especializadas y de alto valor agregado. Esta estrategia promueve la sostenibilidad y la innovación en el sector apícola, en consonancia con el programa ApiTEC del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), que busca fortalecer la competitividad de la cadena de valor apícola mediante la diversificación productiva, el desarrollo de productos con valor agregado y la transferencia de tecnologías innovadoras.

Organizaciones Ambientales

Buscar la biodiversidad y las prácticas agrícolas sostenibles. Considerar que los servicios mejorados de polinización son beneficiosos para la salud del ecosistema.

Investigadores:

Buscar datos sobre el comportamiento de las abejas, las condiciones de las colmenas y la eficacia de la polinización. Puede utilizar datos recopilados de colmenas inteligentes para estudios científicos.

Agricultores

Beneficiarse directamente de mejores servicios de polinización. Interesado en aumentar el rendimiento y la calidad de los cultivos. Valorar conocimientos basados en datos para la gestión de cultivos y la toma de decisiones.

Proveedores de tecnología

Desarrollar y suministrar los componentes hardware y software. Ofrecer soluciones para la recopilación, análisis y visualización de datos.

Agencias gubernamentales y organismos reguladores:

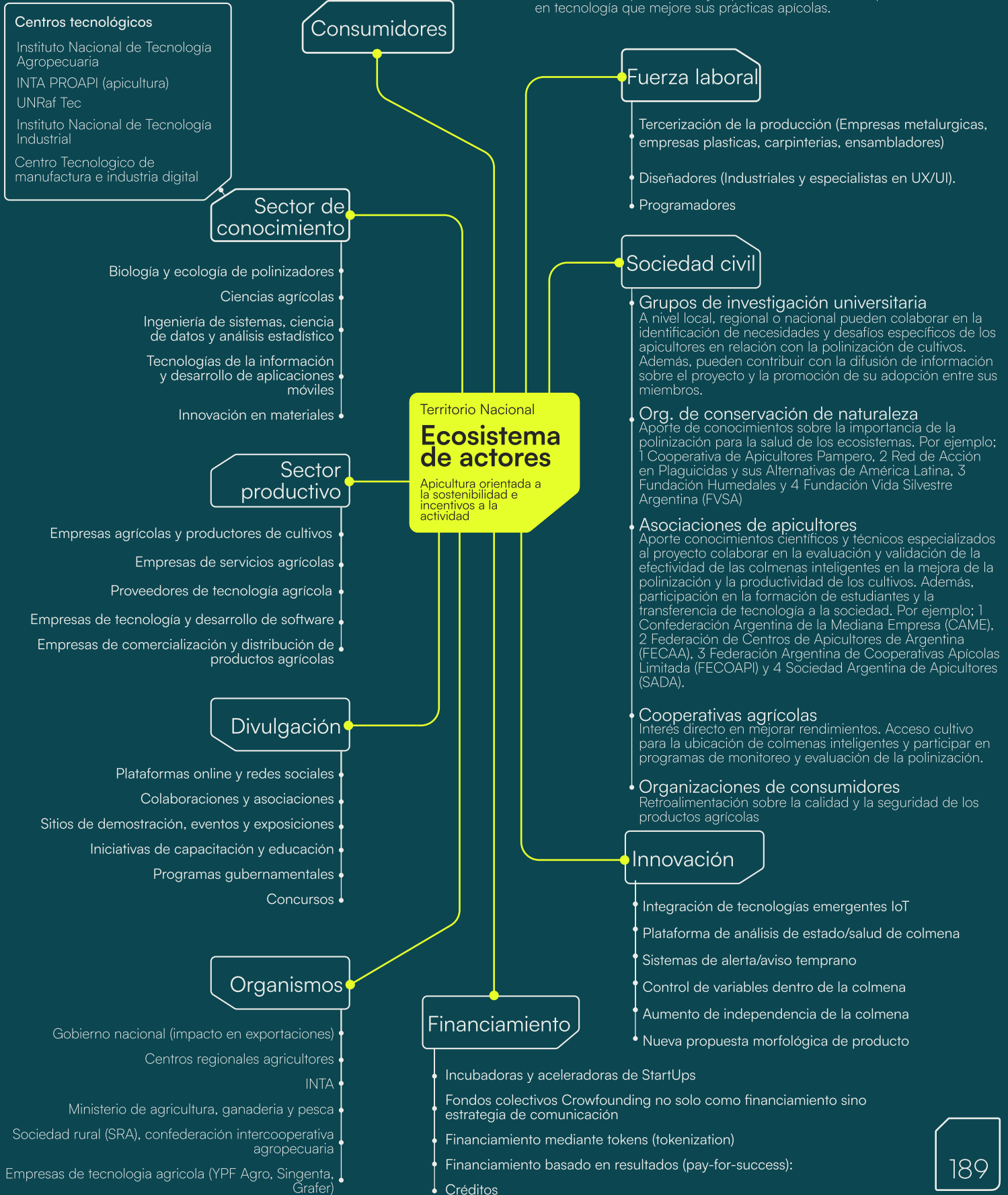
Establecer normas y reglamentos para las prácticas apícolas. Puede proporcionar incentivos o regulaciones para fomentar la adopción de tecnologías que promuevan prácticas de apicultura sostenible.

Instituciones educativas:

Proporcionar formación y educación a apicultores e investigadores. Realizar investigaciones sobre polinización y prácticas apícolas. Pueden servir como centros para el intercambio de conocimientos.

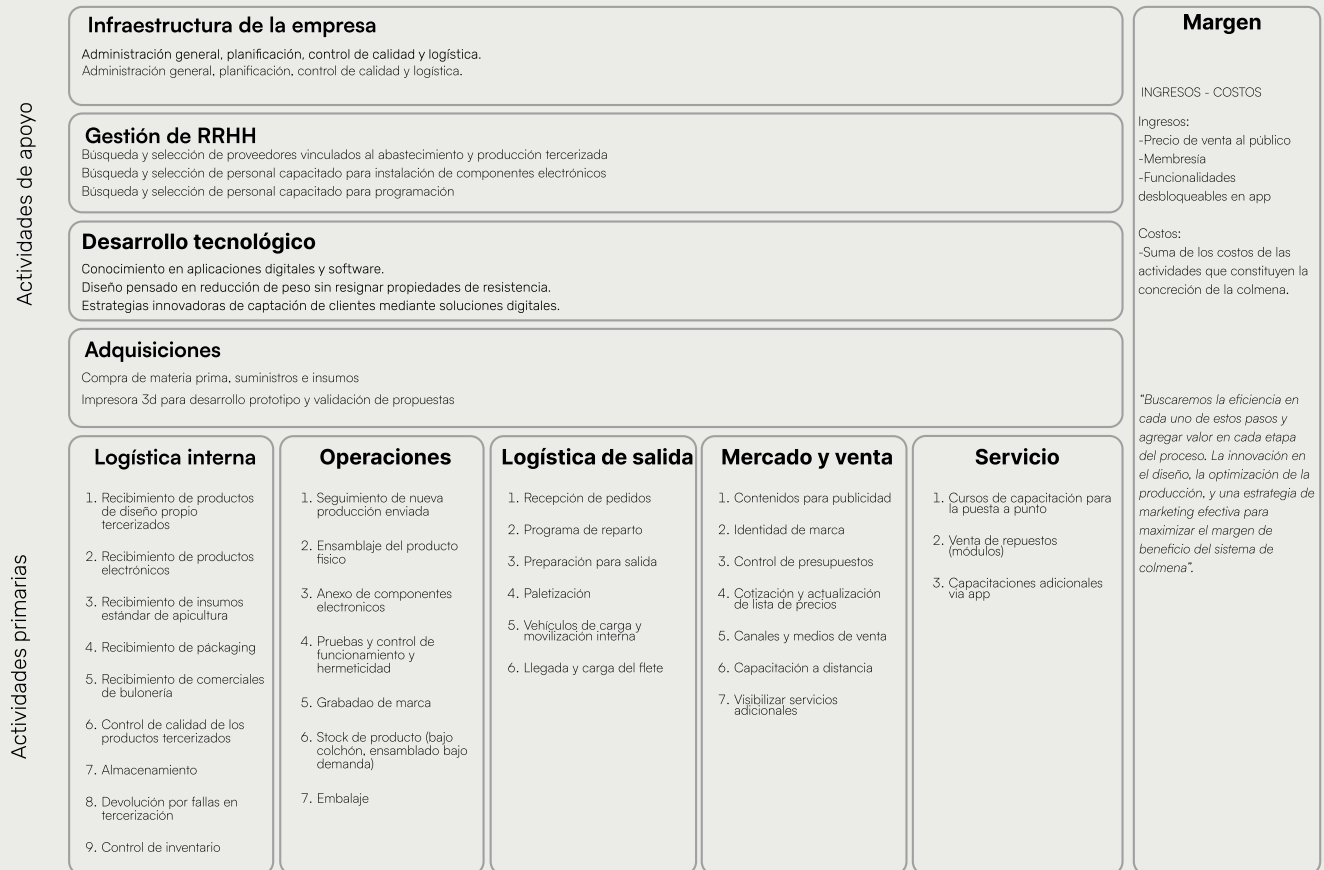
Apicultores

Usuarios primarios de colmenas inteligentes. Interesado en maximizar la eficiencia de la polinización y la producción de miel. Dispuestos a invertir en tecnología que mejore sus prácticas apícolas.



Cadena de valor

La empresa busca maximizar la eficiencia en cada paso del proceso, desde el desarrollo y la producción hasta la venta y el servicio postventa. A través de la innovación en diseño, la optimización de recursos y una estrategia de marketing efectiva, la empresa está enfocada en aumentar el valor del sistema de colmena, ofreciendo un producto funcional y tecnológicamente avanzado que satisface las necesidades de los apicultores de manera integral.



La cadena de valor que se presenta está diseñada para optimizar todos los aspectos de su sistema de colmena innovador, desde la adquisición de materiales hasta la venta y servicio postventa, con un enfoque en la eficiencia, la tecnología y el valor agregado.

En primer lugar, la infraestructura de la empresa juega un papel clave al abarcar la administración general, la planificación, el control de calidad y la logística. Todo esto asegura que las operaciones internas funcionen de manera fluida y coordinada, garantizando que el proceso productivo avance sin interrupciones.

La gestión de recursos humanos se enfoca en la búsqueda y selección de proveedores y personal especializado, especialmente en áreas como la instalación de componentes electrónicos y la programación. Esta estrategia asegura que la empresa cuente con personas capacitadas que puedan llevar adelante la innovación tecnológica que caracteriza al producto.

Por otro lado, el desarrollo tecnológico es uno de los pilares fundamentales de la empresa. Se busca integrar aplicaciones digitales y software para mejorar el producto, diseñando colmenas que sean más ligeras pero igualmente resistentes. Además, la empresa emplea estrategias innovadoras de captación de clientes a través de soluciones digitales, lo que les permite destacarse en el mercado.

Las adquisiciones incluyen la compra de materias primas, insumos y equipos, como impresoras 3D, que facilitan el desarrollo rápido de prototipos. Esto no solo optimiza los costos, sino que también acelera el proceso de validación de propuestas, lo que es clave para una empresa que apuesta por la innovación constante.

Dentro de las actividades primarias, la logística interna está organizada para recibir productos tercerizados, electrónicos y materiales estándar de apicultura. Además, se realiza un estricto control de calidad y gestión de inventarios, lo que asegura que todo esté listo para el ensamblaje final.

En cuanto a las operaciones, se destacan por el seguimiento de la producción, el ensamblaje de componentes electrónicos y físicos, y el control de calidad. Aquí también se contempla la personalización de los productos mediante el grabado de marca y la gestión de stock según la demanda.

La logística de salida está enfocada en la distribución eficiente, con un proceso claro de recepción de pedidos, preparación para la entrega, y uso de vehículos de carga para asegurar que los productos lleguen a su destino de manera oportuna.

En cuanto al área de mercado y ventas, la empresa pone énfasis en la identidad de la marca y la gestión de presupuestos. Utilizan diversos canales de venta y actualizan constantemente los precios, además de generar contenidos publicitarios para atraer y fidelizar a los clientes. El servicio incluye no solo la venta de repuestos, sino también cursos de capacitación para los usuarios y soporte adicional a través de una app, lo que refuerza la relación con el cliente y añade valor al producto al ofrecer formación continua.

En cuanto al área de mercado y ventas, la empresa pone énfasis en la identidad de la marca y la gestión de presupuestos. Utilizan diversos canales de venta y actualizan constantemente los precios, además de generar contenidos publicitarios para atraer y fidelizar a los clientes. El servicio incluye no solo la venta de repuestos, sino también cursos de capacitación para los usuarios y soporte adicional a través de una app, lo que refuerza la relación con el cliente y añade valor al producto al ofrecer formación continua.

Misión, visión y valores

¿Nuestra misión?

Desarrollar soluciones tecnológicas innovadoras para la apicultura, enfocándonos en mejorar la productividad y sostenibilidad de los apicultores de pequeña escala en Argentina. A través de la integración de tecnologías avanzadas, como sensores e IoT, se busca reducir el estrés de las abejas y promover prácticas apícolas eficientes y responsables que contribuyan a la producción de mieles características y de alta calidad.

¿Nuestra visión?

Ser líderes en la transformación de la apicultura a nivel local, estableciendo un nuevo estándar en la producción apícola que combine tecnología, sostenibilidad, y bienestar de las abejas. Pretende crear un ecosistema donde los apicultores de todas las escalas puedan prosperar y donde la apicultura sea vista como una actividad clave para la preservación del medio ambiente y la biodiversidad.

¿Nuestros valores?



Creemos en la constante búsqueda de soluciones que impulsen la apicultura hacia el futuro, mejorando tanto la productividad como el bienestar de las abejas.



Comprometidos a desarrollar productos que minimicen el impacto ambiental y promuevan prácticas apícolas sostenibles y responsables, pensando también en el bienestar del apicultor



Nos enfocamos en que la tecnología sea accesible para apicultores de todas las escalas, apoyando a los pequeños productores e incentivando a quienes quieren iniciar en la actividad



Fomentamos una red de colaboración y aprendizaje entre apicultores, promoviendo el intercambio de conocimientos y experiencias para el beneficio mutuo



Buscamos garantizar que cada uno de nuestros productos y servicios cumpla con los más altos estándares de calidad, asegurando la satisfacción de nuestros clientes y la salud de las abejas

Model Bussines Canvas

Se pueden ver las dinámicas económicas del proyecto de colmena inteligente mediante el uso del canvas, que permitió estructurar los elementos clave del modelo de negocio, facilitando el análisis de mercado, la definición de estrategias y la detección de oportunidades para el éxito en la apicultura en Argentina.



Segmento de mercado

Para muchos apicultores en Argentina, es una actividad secundaria, complementaria a otras fuentes de ingresos, especialmente en áreas rurales, donde se combina con agricultura o ganadería. No obstante, en aquellos que logran escalar, la apicultura puede transformarse en su actividad principal, generando ingresos significativos, en especial si se orientan hacia la producción de miel orgánica o la exportación a mercados internacionales. Lograr la escalabilidad de nuestros usuarios es el objetivo.

En términos socioeconómicos, los apicultores en Argentina suelen ser de origen rural, con un conocimiento tradicional de la apicultura. No obstante, con el aumento de la tecnificación y automatización de procesos, cada vez más personas urbanas y jóvenes interesados en la innovación y en proyectos de producción sustentable están incursionando en esta actividad. La apicultura tiene un atractivo particular para quienes buscan diversificar sus fuentes de ingresos o desarrollar una actividad que no demande una alta dedicación diaria, ya que se pueden optimizar los tiempos de gestión con nuevas tecnologías.

El producto final es un bien de capital en una cadena de valor, por ende se debe contemplar nuestro mercado objetivo y también sus posteriores.

Nicho de mercado: se buscan personas físicas/jurídicas con colmenas en su posesión que quieran ampliar márgenes de ganancias realizando sus actividades.

- Personas que desean escalar: mejorar en los procesos, liberar tiempos (50% en período de control), disminuir pérdidas, aumento del rendimiento en producción, disminuir la dependencia de las colmenas.
- Personas que se inician: con escaso nivel de información, promover la difusión de la actividad, proponer buenas prácticas, instruir sobre recomendaciones y tomas de acción para el crecimiento.

Propuesta de valor

Lo que se busca con nuestra propuesta de valor es impulsar la innovación.

- Generar valor agregado en la actividad apicultora gracias al ahorro de tiempos y mejoras de usabilidad que mitiguen riesgos físicos: versatilidad, conceptos de ergonomía y antropometría, adaptabilidad al entorno y exposición, agilización de la actividad en campo.
- Garantizar mayor control de la población de abejas de la colmena: verificar el estado de las colmenas, intervención y rediseño de la colmena para el control sin exponer a los agentes, agilización de la actividad de control de manera remota, visualización de variables censadas.
- Innovar a través de la tecnificación del proceso: dotación tecnológica, sensores que arrojan datos que en combinación con información investigada trabajan para arrojar información de relevancia.
- Permitir tomar decisiones estratégicas a través de información sensada: información-acción, información de alerta para aviso de condiciones desfavorables, variables de peso-temperatura-humedad-CO2-PH como inputs para toma de decisiones.
- Aumentar la durabilidad de las colmenas por materialidad: prolongación de vida útil, materiales livianos y trabajados de manera morfológicamente resistentes, aumento de la vida útil un 100%.
- Refuerzo de la seguridad del producto ante robos: sistemas de protección con proximidad y alerta, y rastreo de IP conectada / ubicación.

Canales

Se describe cómo la empresa interactúa con los apicultores y entrega la propuesta de valor en su actividad, buscando generar un impacto positivo en su trabajo diario. Esto incluye los canales utilizados para comunicarse con los apicultores, así como aquellos empleados para distribuir y vender nuestras soluciones tecnológicas y herramientas innovadoras que facilitan la gestión de colmenas.

A través de estos canales, no solo se busca proporcionar productos, sino también mantener un flujo constante de información y soporte que optimice su labor y eleve la productividad, transformando su experiencia en la apicultura.

- Información (Exposiciones, eventos y redes sociales): promover el “boca a boca”, creación de contenido atractivo y la participación activa en estas plataformas, amplificar el alcance mediante asociación con otras empresas y publicidad en línea, stand y muestras en eventos/ferias, email marketing.
- Evaluación (A través de datos validados y fuerte estrategia comunicacional): observar Las estrategias y el rendimiento de la competencia, perfil de los clientes actuales y potenciales, atributos demográficos, comportamientos de compra, necesidades y preferencias,
- Compra (Venta del producto físico a través de canales propios): implementar medios de ventas, sitio web propio, local físico para atención al público, afiliarse a nuevos e-commerce.
- Entrega (A través de canales existentes tercerizados, empresas de logística): llegada del producto, intermediarios, como distribuidores y mayoristas, app descargable para PlayStore y AppStore, local físico para capacitación y lugar de consulta.
- Postventa (Membresía del servicio de la app de seguimiento y capacitación. Mantenimiento y expansión del sistema): asistencia técnica a los usuarios, organizar sesiones de capacitación, recopilar comentarios de los usuarios para identificar áreas de mejora, crear programas de fidelización para recompensar a los clientes fieles y mantener su compromiso con el servicio a largo plazo.

Relación con los clientes

Se describe el tipo de relación que se establece con los apicultores, nuestro segmento de clientes. Esto puede incluir desde relaciones personalizadas y de soporte directo, hasta autoservicio a través de plataformas digitales (Sitio web propio) o la creación de comunidades donde los apicultores puedan compartir conocimientos y experiencias (Aplicación móvil). El objetivo es ofrecer un apoyo continuo y adaptado a sus necesidades, fortaleciendo su confianza en nuestras soluciones tecnológicas.

- Captación de clientes: transmitir innovación y progreso, mostrar los beneficios de nuestra propuesta de valor, costo, durabilidad y rendimiento, experiencia de usuario optimizada a través de un lenguaje sintético y trabajo de identidad de marca.
- El asesoramiento y capacitaciones: vínculo directo, puesta a punto y vinculación a red, transmisión de buenas prácticas de nuestro sistema.
- Retroalimentar comunitariamente dentro de un espacio de comunicación entre propietarios del sistema: constructivismo, entendimiento de las situaciones para compartir mejoras entre clientes, ser anticipatorios a lo que está sucediendo para proponer mejoras del producto ya funcionando (Iterar).
- Permitir interconexión de actores involucrados en relación a la experiencia: usuario como estrategia de difusión, como elemento comunicador de nuestro producto, donde aparece la segmentación por ubicación, flora, clima para catalogar recetas efectivas (conocimiento para otros apicultores).

Fuente de ingresos

¿Cómo generamos ingresos a partir de tu propuesta de valor?

- Venta directa: comercialización de producto, el producto es 1 y comprende lo físico y digital, propuesta de valor clara, personalización dimensional según capacidad, atractividad en precio final, bajos márgenes de ganancia.
- Suscripción a producto digital: El uso de la app permite obtener ingresos por membresía, a través de funcionalidades como herramientas de gestión digital para control, ingresos por mensualidad de paquetes habilitados dentro de la app, mayor volúmenes de colmenas manejadas representa niveles de costos mayor, desbloqueo de funciones premium (conocer métricas ajenas, puesta en contacto con otro usuario, generación de vínculo y comunidad).
- Productos complementarios: paquetes adicionales, sistema de tecnificación, personalización del módulo tecnológico en función de lo que se va a sensor, personalización de color.
- Alquiler de colmena: adquisición temporal, como medio de inserción a la actividad, para producción y consumo a baja escala, para conocer el nuevo producto, como herramienta de medición de variables.
- Asesorías, análisis de rendimientos: recomendaciones y acciones, rol y activación de la colmena inteligente, uso y entendimiento de la aplicación móvil, ubicación y distribución de las colmenas, métrica comparativa entre campañas, buenas prácticas apicultoras.
- Información recopilada: datos duros y rendimientos, venta de información a organizaciones y apicultores, generación de contenido científico (informes y/o papers) e insumo para capacitaciones.

Recursos claves

- Internos (Diseñadores industriales y Diseñadores UX/UI): conocimiento y habilidades propias, diseño y desarrollo del producto físico/digital, modelado 3D y prototipado funcional, planimetría, comunicación visual, manual de buenas prácticas.
- Externos (técnico Electromecánico, desarrolladores y programadores): vinculación interdisciplinar, generación de planimetría eléctrica, armado del circuito, decisiones estratégicas de colocación de componentes, desarrollo de la aplicación móvil.

Actividades clave

Se describen las actividades más importantes para ejecutar y gestionar nuestra propuesta de valor.

- Diseño de modelo físico: desarrollo industrial, definición de requisitos, prototipado, investigación e implementación de nuevos materiales, reducción material, eficiencia en procesos productivos.
- Diseño de aplicación móvil: desarrollo de producto digital, análisis de antecedentes, interfaz de usuario (UI), Experiencia de usuario (UX), definición de variables a informar.
- Desarrollo del código programable: programación, generación de algoritmo propio y luego tercerización.
- Diseño de bienes intermedios para producción: entender lógicas productivas, diseño pensado para agilización productiva, estandarización.
- Asistencia en tiempo real: prevención de riesgos, alertas sobre mal uso, visualización y monitoreo desde empresa.
- Iteración y mejora: mirada a futuro, intervención y rediseño de la colmena en base a experiencias y prácticas.

Socios clave

Se propone externalizar los procesos productivos:

- Apicultores y expertos en apicultura: retroalimentación activa (Diseñador-Apicultor), pruebas y testeos.
- Empresas dedicadas a la fabricación física del producto: proveedores de insumos comerciales de apicultura, empresa plástica / moldería, proveedor de componentes electrónicos.
- Alianzas con sector del conocimiento que nos permitan manejo de información de sistemas: concebir la parte electrónica para lograr la inteligencia de la colmena, conexión, programación y configuración.
- Investigadores científicos dedicados a la apicultura: conocimientos puntuales de la actividad en la región / INTA, información precisa de la práctica.
- Universidad: herramienta para el desarrollo del proyecto, producto y modelo de negocio, conocimiento teórico y técnico, orientación y supervisión, recursos académicos, laboratorios, interdisciplinariedad, redes de colaboración.
- Empresas de tecnología agrícola: Inputs para migración de modelos aplicados, manejo de información, estrategias de comercialización de producto digital.

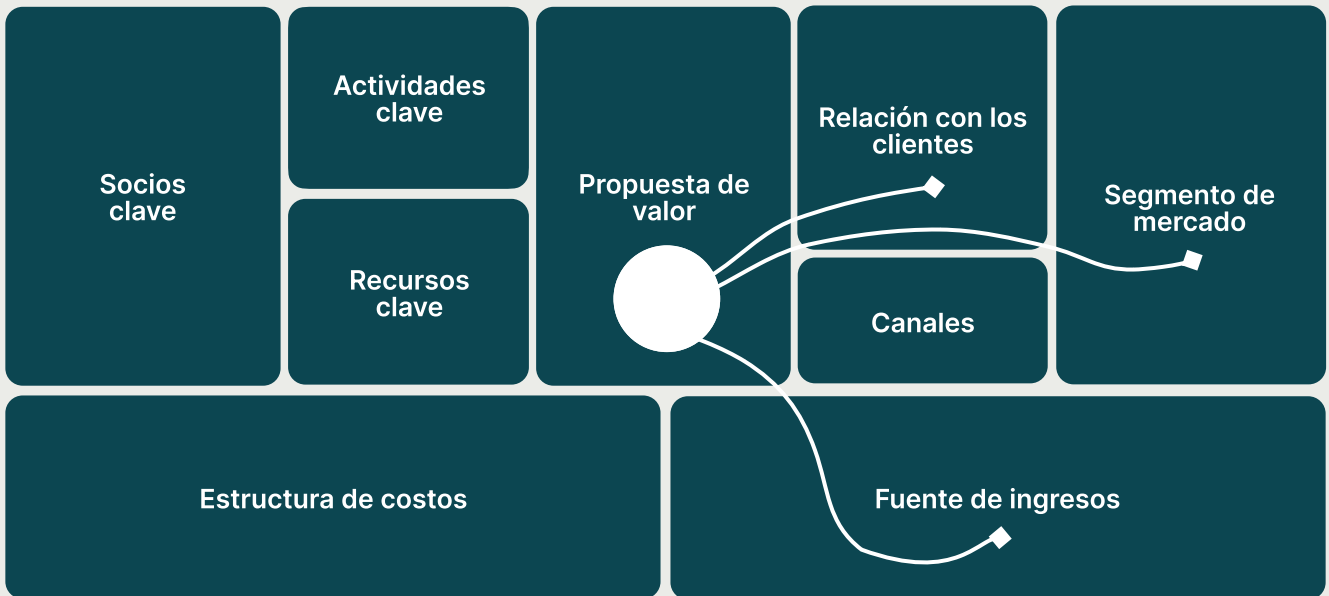
Estructura de costos

Se definen los costos más importantes para operar el modelo de negocio.

- Diseño y desarrollo inicial: Utilización de herramientas y conocimientos propios, software especializado, metodologías ágiles, prototipado físico y digital, y registro de modelo industrial en el INPI.
- Producción y fabricación: Producción bajo demanda, conexión, cableado y soldadura (módulo), utilización de materiales específicos, procesos de corte, termoformado, ensamblaje, bulonería, y suministro de insumos apícolas.
- Tecnología y hardware: Disponibilidad de componentes en el mercado, sensores, chips, switches, cables wifi, conectores. Tiempo estimado en el desarrollo de la aplicación y vinculación con código programable.
- Marketing y ventas: Participación y autogestión en la organización de eventos y ferias, desarrollo de publicidad física y digital para promover y vender el producto, y gestión de la comercialización del mismo.
- Mano de obra: Deslocalización total para mitigar costos laborales, cercanía a nuevos mercados para facilitar la expansión y reducir costos de transporte, disminución de barreras comerciales, flexibilidad, y control de costos asociados a la calidad.
- Logística y almacén: Gestión de recursos físicos con un almacén reducido, asistencia técnica, viajes, fletes, reparaciones y sustitución de módulos, con control y seguimiento constante.

Ideación

En el dinámico y competitivo mundo de la apicultura, la necesidad de innovación es cada vez más evidente debido a los constantes desafíos que enfrentan los apicultores, como la disminución de la población de abejas, los cambios climáticos, y las crecientes demandas del mercado. En este contexto, presentamos nuestra propuesta de valor: una colmena activa diseñada específicamente para mejorar la experiencia apícola de manera integral.



Vamat *Hive System*[®] está diseñada para ser accesible y adaptable a las diversas realidades de los apicultores, tanto aquellos que operan a pequeña escala como los que manejan grandes apiarios. Ofrecemos una solución asequible, fácil de implementar y que se ajusta a las condiciones locales, brindando un retorno de inversión claro a través del aumento de la productividad, la reducción de pérdidas y el mejoramiento de la calidad del producto final, como la miel.

Por otro lado, el modelo de negocio contempla la diversificación de ingresos, no solo a través de la venta directa de las colmenas, sino también mediante servicios adicionales como el monitoreo de datos apícolas, mantenimiento y actualización de las tecnologías utilizadas, así como la creación de una comunidad apícola conectada, que permita compartir conocimientos y mejores prácticas, fomentando la colaboración y el crecimiento del sector. En definitiva, esta propuesta no solo busca atender las necesidades inmediatas de los apicultores, sino también crear un ecosistema innovador que transforme la apicultura moderna.

Patrones y diseño



Innovación de productos

- Soluciones flexibles, interoperables y centradas en el cliente que aprovechen al máximo la naturaleza fragmentada de la infraestructura y los servicios ofrecidos.

Relación con clientes

- Imagen de empresa vinculada a la sostenibilidad en sentido de comunidad con opciones de compartir información valiosa para otro.
- Multicanal, los clientes pueden interactuar con diferentes componentes a través de varios canales, como aplicaciones móviles, asesorías, encuentros, capacitaciones.

Gestión de infraestructura

- Actividades controladas y gestionadas por nosotros desde el proceso de diseño.
- El modelo se centra en la tercerización de la producción por ende se deberán estandarizar procesos para la escalabilidad.
- Conocimientos específicos necesarios para el desarrollo serán también provistos de asociaciones y recursos claves.

Patrones aplicados a nuestro modelo de negocio

- **Patrón de larga cola:** vender productos como combo y solución integral (Producto físico+producto digital), habilitando diversas necesidades entre los clientes (diferentes metodologías, recomendaciones por territorio y actividad).
- **Patrón Gratis:** “Freemium” se trabaja con el “efecto curiosidad” entre usuarios del ecosistema, habilitando la pregunta del cómo uno u otro tiene un “X” rendimiento dando juego a conversaciones de intercambio en pos de una mejora generalizada de la actividad en el territorio.
- **Patrón multilateral:** El desarrollo de la aplicación crea valor al permitir un ecosistema donde la interacción entre usuarios, compartir experiencias, resultados, estadísticas útiles para otros y obtener también información del resto (idea constructivista de la información). Estos datos compartidos son inputs de información que nos permite trabajarla y redireccionar en otros usuarios de interés, por ejemplo investigadores e instituciones de fomento.
- **Patrón modelo de negocio abierto:** De fuera hacia adentro; perspectivas, conocimientos, patentes o productos terminados de gran valor a los grupos internos de desarrollo, esto requiere actividades dedicadas que conecten las entidades externas con internas.

Pretenciones del proyecto

Vamat *Hive System*® plantea una serie de posibilidades estratégicas para su crecimiento y diversificación.

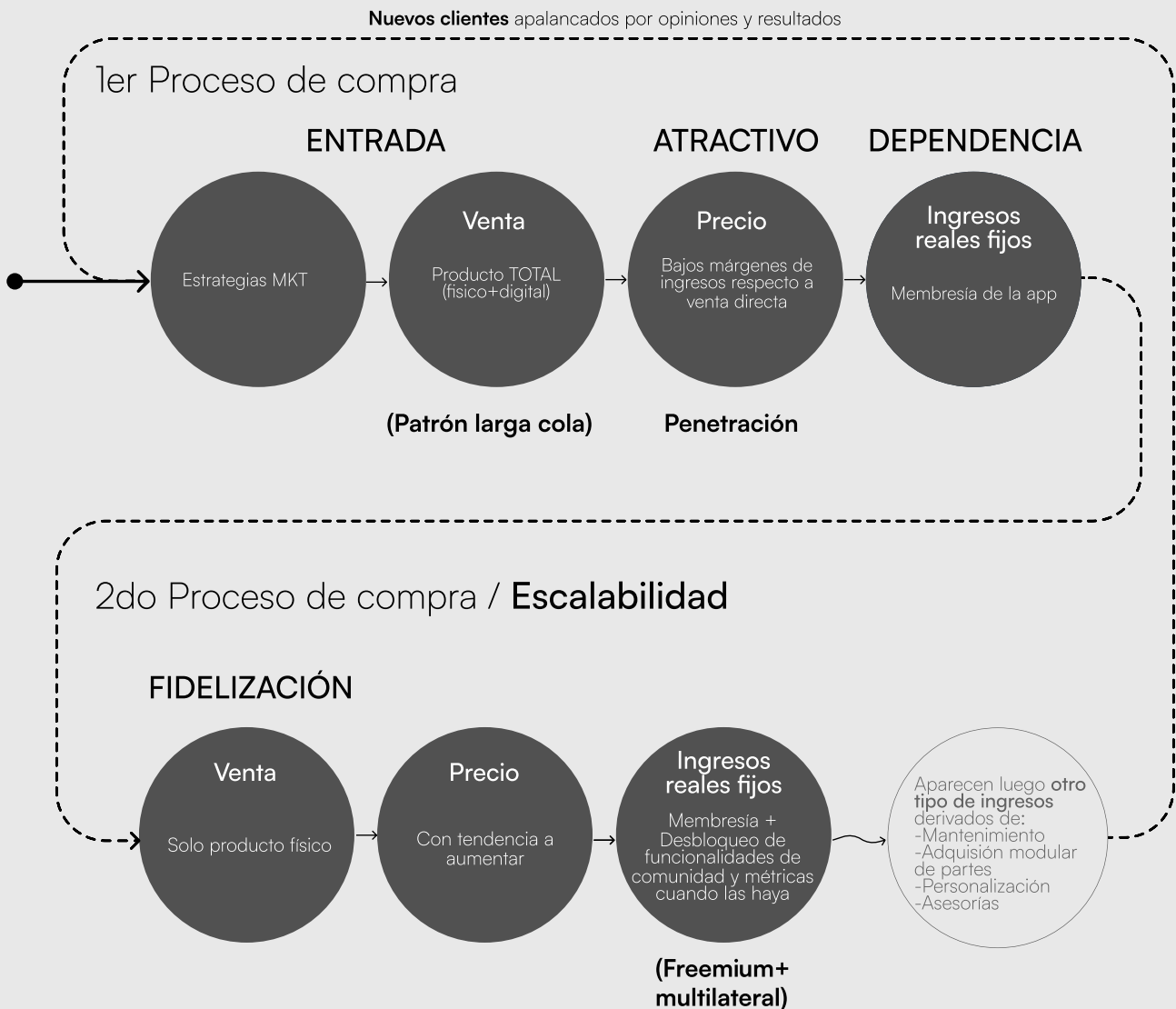
Si los resultados son los esperados: Se extrapolará el desarrollo a otros modelos de negocio o productos dentro del sector tecnológico para la apicultura o incluso en otras industrias relacionadas con la automatización y monitoreo remoto. Además, el ciclo de retroalimentación será clave para la evolución continua del producto, permitiéndonos iterar y mejorar a medida que los usuarios nos proporcionen información valiosa sobre su uso, lo que nos permitirá adaptarnos rápidamente a sus necesidades cambiantes y asegurar la competitividad del producto a largo plazo.

Competencia y diferenciación en un mercado emergente: En un mercado emergente de tecnología aplicada a la apicultura, la diferenciación será un factor determinante. Las empresas se destacan mediante la integración de funcionalidades innovadoras, la personalización de sus soluciones según las necesidades del apicultor, y la creación de un ecosistema de soporte técnico y formación. Barreras de entrada para nuevas empresas incluyen la necesidad de altos niveles de inversión en I+D, la confianza de los usuarios en nuevas tecnologías, y la infraestructura para la producción y distribución eficiente de hardware especializado. Para diferenciarse, Vamat *Hive System*® se enfoca en ofrecer una solución accesible, escalable y con un soporte postventa robusto, que suma tanto asistencia técnica como actualizaciones constantes.

Adopción por parte de los apicultores: La adopción de nuevas tecnologías por parte de los apicultores dependerá en gran medida de cómo perciban el valor que estas herramientas aportan a sus operaciones diarias. Para superar la barrera de la resistencia al cambio, el plan de negocio desarrollará estrategias para demostrar un claro retorno de inversión (ROI), utilizando datos concretos que evidencien la mejora en la productividad y la reducción de costos operativos, así como el mejor cuidado de las abejas. Se detallarán indicadores específicos de ROI que muestren cómo la tecnología impacta positivamente en estos aspectos. Además, el plan incluirá un programa de educación y formación, con talleres y material de capacitación enfocados en el uso y los beneficios de las colmenas inteligentes, para facilitar la adopción masiva y ayudar a los apicultores a integrar estas herramientas en su rutina diaria de manera efectiva.

Impacto en la industria apícola: La incorporación generalizada de tecnología en colmenas transforma la estructura y dinámica de la industria apícola. Se abrirán nuevas oportunidades para los apicultores al optimizar sus operaciones y obtener mejores rendimientos con menos esfuerzo. Los distribuidores y minoristas también se verían beneficiados por la posibilidad de rastrear y asegurar la calidad de los productos apícolas, mientras que la demanda de tecnologías inteligentes impulsa la aparición de nuevos actores en el ecosistema. No obstante, este avance también presentaría desafíos, como la necesidad de adaptación por parte de los apicultores tradicionales y la competencia entre empresas tecnológicas por establecerse en este nuevo mercado.

Representación visual de las interacciones del cliente

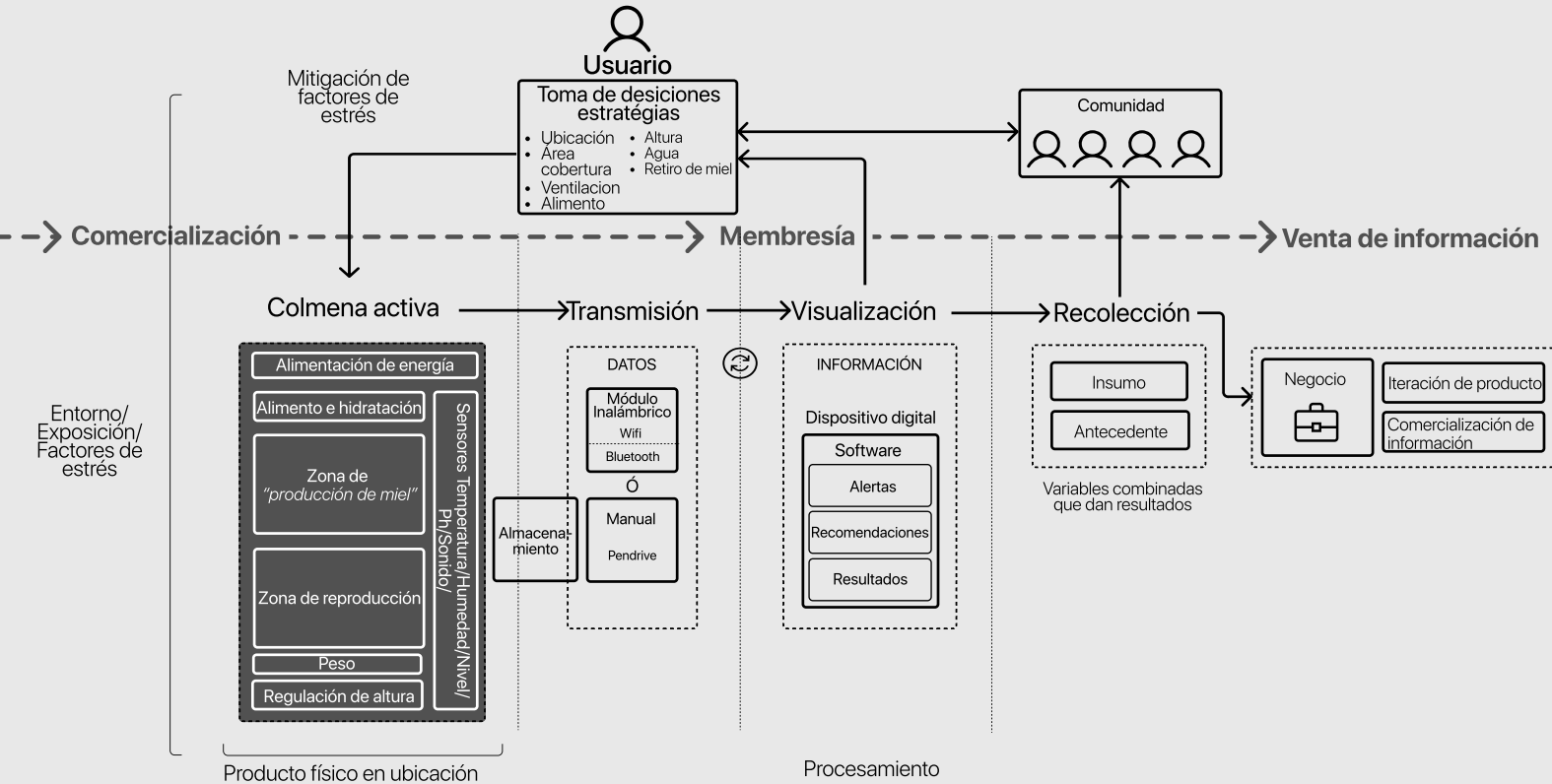


En el desarrollo del proyecto, es crucial entender cómo posicionarnos ante las primeras y segundas ventas, tal como se muestra en la imagen. En el primer proceso de compra o entrada, el enfoque está en atraer nuevos clientes mediante estrategias de marketing que promuevan la venta de nuestro producto total (físico + digital). Este primer contacto sigue un patrón de larga cola, donde, si bien los márgenes de ingreso son bajos en comparación con ventas directas, el precio atractivo genera penetración en el mercado. Al captar a los usuarios mediante la adquisición del producto completo, se introduce una dependencia gradual que se traduce en ingresos reales fijos a través de la suscripción a nuestra aplicación.

En el segundo proceso de compra, orientado hacia la escalabilidad y la fidelización, el enfoque se desplaza a la venta de productos físicos adicionales. Aquí, el precio tiene una tendencia a aumentar, pero con el objetivo de consolidar ingresos estables a largo plazo. A través de una membresía que desbloquea funcionalidades adicionales, como métricas y herramientas de comunidad, generamos una fuente fija de ingresos. Este proceso de fidelización también abre la puerta a ingresos derivados de servicios complementarios, tales como mantenimiento, adquisición modular de partes, personalización y asesorías.

De esta manera, las primeras ventas nos permiten entrar y penetrar el mercado, mientras que las segundas ventas consolidan la relación con nuestros clientes, impulsando la escalabilidad y permitiendo una diversificación de ingresos.

Pensamiento visual del producto en el modelo de negocios



El enfoque incluye la comercialización de la venta directa y de membresía del bien digital, donde los apicultores no solo acceden a las colmenas inteligentes, sino que también participan en una comunidad donde se comparten experiencias y mejores prácticas. La combinación de variables recogidas a través de sensores se traduce en recomendaciones precisas que, además de mejorar la toma de decisiones, crean un ciclo continuo de retroalimentación que impulsa el desarrollo y la comercialización de nuevas iteraciones del producto, haciendo del sistema una herramienta que evoluciona con las necesidades del sector. Nuestro modelo de negocio se diversifica con la recolección y venta de información estratégica, lo que brinda nuevas oportunidades de rentabilidad tanto para la empresa como para los apicultores, creando un ecosistema dinámico donde la tecnología y la naturaleza trabajan juntas para garantizar la sostenibilidad y el éxito.

Producto habilitante

Vamat Hive System no solo mejora la experiencia del apicultor, sino que se posiciona como una herramienta indispensable para aquellos que buscan optimizar su producción y proteger su inversión en apicultura. En un mercado donde la tecnología y la sostenibilidad juegan un papel cada vez más relevante, destaca por su capacidad de diferenciarse.

Los apicultores percibirán los beneficios como un conjunto de mejoras tangibles e intangibles que no solo facilitan y hacen más productivo su trabajo, sino que también les otorgan un control sin precedentes sobre su operación. Estos beneficios, al ser claramente experimentados y valorados, justificarán la inversión en la colmena inteligente y reforzarán la satisfacción y lealtad hacia la marca.

El eje central del sistema no radica exclusivamente en la capacidad productora de miel individual por colmena, sino en la optimización del tiempo para expandir la actividad. Gracias a la implementación de colmenas más eficientes en su manipulación y con la posibilidad de ser monitoreadas a distancia, los apicultores liberan tiempo valioso. Esto se logra mediante mejoras en el uso y el control inalámbrico, reduciendo los chequeos constantes y disminuyendo el estrés de las colmenas. Como resultado, no solo mejora la vida de la colmena, sino que también se favorecen buenas producciones de miel. Este entramado permite a los apicultores escalar su actividad de manera significativa, aprovechando al máximo las innovaciones tecnológicas que ofrece.

Demanda; viabilidad económica para el usuario

El desarrollo de soluciones para apicultores está basado en una comprensión profunda de sus operaciones diarias y procesos de toma de decisiones. Las soluciones son adaptables a diferentes contextos y escalas de apicultura, y es esencial proporcionar educación y capacitación para su uso efectivo. La retroalimentación continua de los apicultores permitirá mejorar y ajustar las tecnologías para maximizar su utilidad y eficiencia en la gestión de colmenas.

Usuario

1. **Valor percibido y maximización de la utilidad:** Ofrece un alto valor percibido al permitir a los apicultores optimizar la producción y reducir los riesgos asociados con la apicultura tradicional. Este sistema se dirige a maximizar la utilidad del apicultor al proporcionar datos en tiempo real sobre la salud de la colonia, la temperatura, humedad, niveles de producción y otros factores críticos, permitiendo decisiones informadas.
2. **Usabilidad:** Interfaz amigable, automatización, alertas personalizada.
3. **Control de variables y optimización:** Sensores avanzados, análisis predictivo, integración con otros dispositivos.
4. **Diferenciación en el mercado:** Personalización y sostenibilidad.

Cliente

1. **Inserción a la actividad:** La tecnología facilita el manejo de las colmenas al automatizar tareas complejas y proporcionar datos en tiempo real, lo que reduce la curva de aprendizaje y minimiza los riesgos. Esto hace que la apicultura sea más accesible y menos intimidante para quienes desean iniciarse en esta actividad.
2. **Mantenimiento en la actividad:** Motiva a los apicultores a mantenerse en la actividad al mejorar la productividad, reducir costos, facilitar el manejo, promover la sostenibilidad, y aumentar la resiliencia ante desafíos ambientales.
3. **Escalabilidad:** Los apicultores pueden manejar más colmenas con menos esfuerzo; el acceso a datos en tiempo real facilita la toma de decisiones informadas, lo que puede incrementar la rentabilidad y hacer más atractiva la inversión en tecnología y expansión de operaciones.
4. **Control del apiario:** Permitir y habilitar al dueño de los equipos tener noción de lo que está sucediendo independientemente sea el que maneja las colmenas o no.

Percepción

1. **Ahorro de tiempo y esfuerzo:** Los apicultores valoran significativamente las herramientas que les permiten reducir el tiempo dedicado a tareas rutinarias y minimizar el esfuerzo físico, la automatización de procesos y la integración de tecnologías.
2. **Reducción de incertidumbre:** Las soluciones que ofrecen datos precisos y análisis predictivo ayudan a reducir la incertidumbre relacionada con la salud de las colonias y las condiciones ambientales. Esta claridad permite a los apicultores tomar decisiones informadas y oportunas, mejorando la confianza en sus prácticas apícolas.
3. **Mejora la productividad y renta:** La capacidad de optimizar la producción y manejar más colmenas con menos esfuerzo puede incrementar la rentabilidad del apicultor. La tecnología que facilita una gestión más eficiente de las colmenas y proporciona información detallada sobre la producción es vista como una inversión valiosa.

- 4. Facilidad de uso y accesibilidad:** Una interfaz amigable y la simplicidad en el uso de las herramientas son fundamentales para la aceptación. Los apicultores aprecian sistemas que son intuitivos y fáciles de integrar en sus rutinas diarias, reduciendo la curva de aprendizaje y la resistencia al cambio.
- 5. Seguridad y confianza:** En el contexto de los robos de colmenas, la percepción de seguridad es crucial. Los apicultores valoran soluciones que incluyan características de seguridad, como sistemas de monitoreo y alertas que puedan detectar actividades sospechosas y proteger las colmenas. La capacidad de recibir notificaciones en tiempo real.
- 6. Compromiso con la sustentabilidad:** La integración de prácticas sostenibles en el diseño y funcionamiento de las soluciones para apicultores puede mejorar la percepción del producto. Los apicultores valoran las herramientas que promueven la salud de las colonias y la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a una apicultura más responsable y ecológica.
- 7. Innovación y prestigio (diferenciación):** La adopción de tecnologías innovadoras puede aumentar el prestigio del apicultor y diferenciarlo en el mercado. La percepción de estar a la vanguardia de la tecnología apícola puede ser un factor motivador, brindando una ventaja competitiva y destacando al apicultor como un líder en el sector.

Teorización de las problemáticas actuales

la actividad en relación a factor trabajo (la mano de obra) y el bien de capital (las colmenas y el equipo)

En el siguiente análisis comparativos contrastamos los casos de el apicultor "A" con un perfil mucho más autogestivo que el apicultor "B" ya con una inercia y flujo de ingresos oligados.

Apicultor A



Colmenas

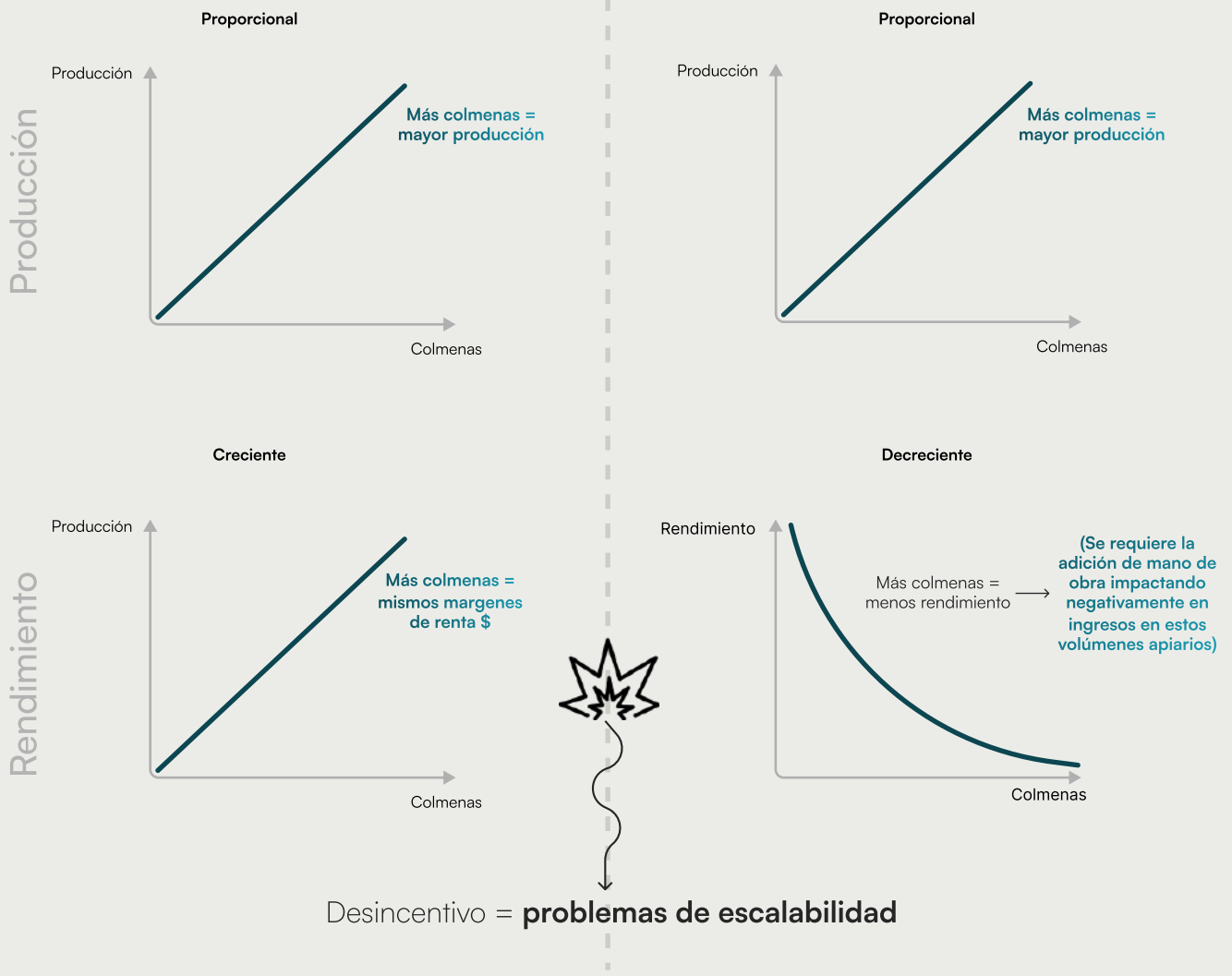
Hasta 350

Apicultor B



Colmenas

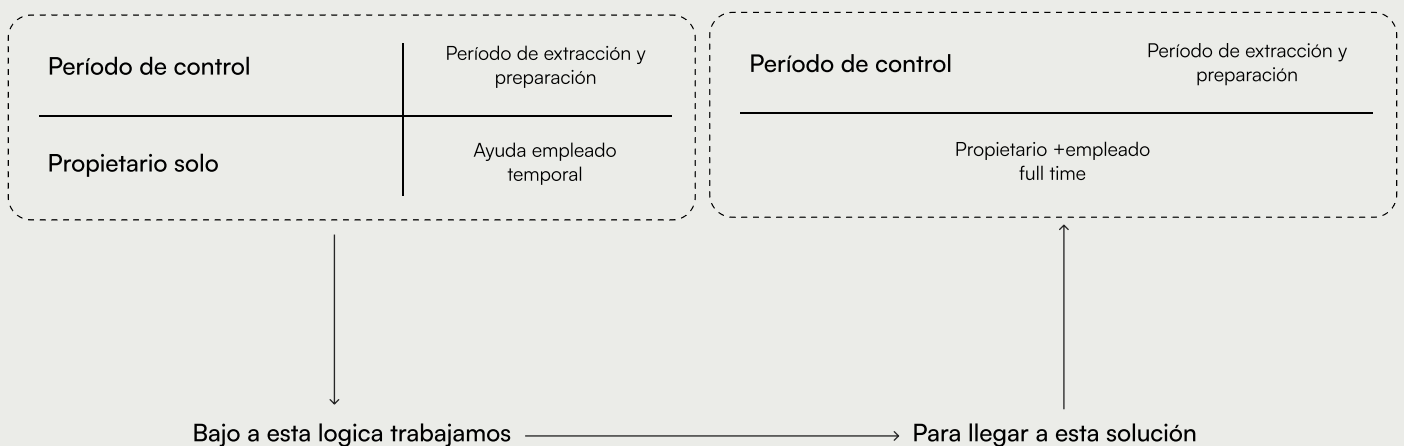
>350 a 1000



¿Porque sucede esto?

Porque el apicultor "A" (entendido como una persona autogestiva y hacedora) logra realizar la actividad el mismo, encontrando el límite en torno a las 1000 colmenas. Si éste quisiera escalar debería recurrir a empleado a todo lo largo del año representando más en costos, para ello debería realmente hacer un salto de escala en número de colmenas cuantioso y sobrepasar al apicultor "B" para justificar ese personal, muchas veces sin capacidad financiera para llevar adelante.



Estructura básica de trabajo en la actividad




Reversión de los problemas escalables

En estos cuadros se sugiere una estrategia de manejo de colmenas centrada en mejorar y mantener la eficiencia a lo largo del año, lo que habilita la escalabilidad. En primavera y verano, el enfoque está en optimizar la eficiencia del bien de capital durante la fase de control, permitiendo abordar problemas antes de que escalen y maximizando el uso de las colmenas. En otoño e invierno, el objetivo es mantener los costos de mano de obra durante las fases de extracción y preparación, asegurando estabilidad en los costos sin comprometer la productividad. Esta estrategia permite gestionar un mayor número de colmenas sin aumentar proporcionalmente el trabajo y los costos, facilitando un crecimiento sostenible del negocio.

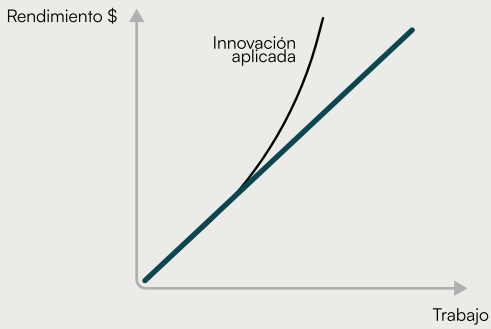
¿Dónde?		¿Dónde?	
Mejorar		Mantener	
Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Control		Extracción	Preparación
Eficiencia en el bien de capital		Costos de mano de obra (trabajo)	

¿Cómo?	
Innovación tecnológica y usabilidad	
	
Agilizando la actividad en campo y liberando tiempos al tener información inmediata	Permitiendo escalar al manejar mayor volúmenes de colmenas en período de control

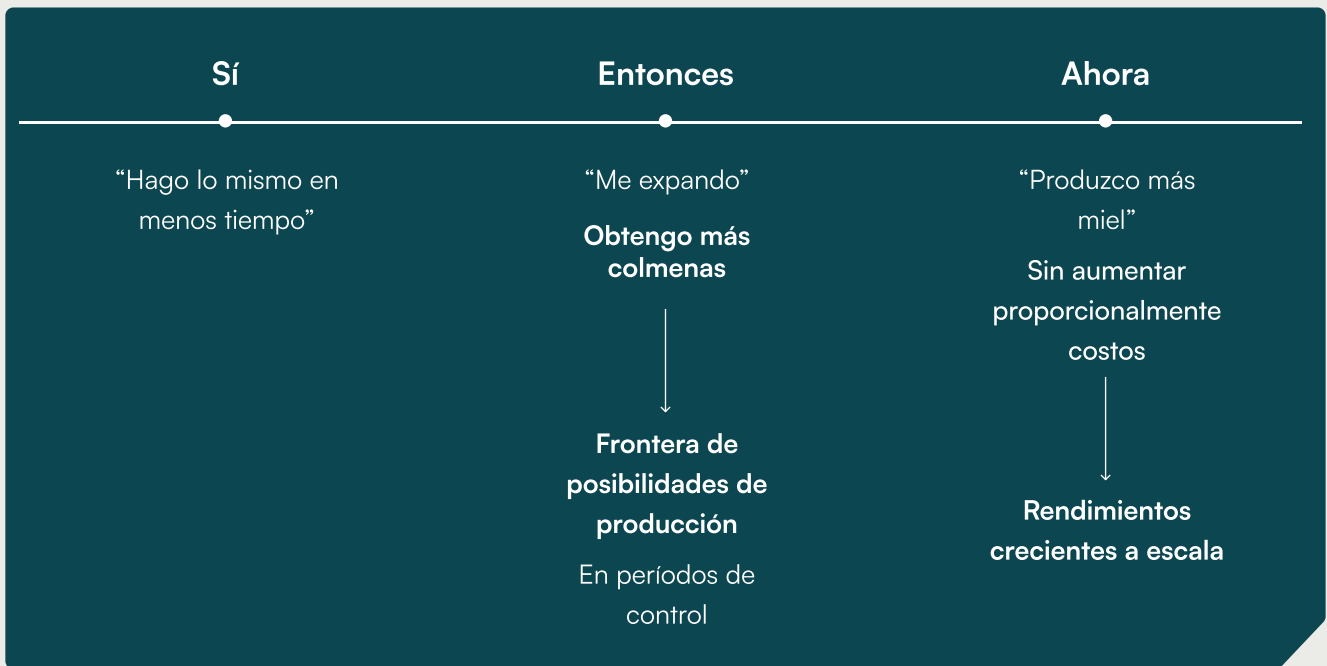
 Objetivo disminuir hasta un 50% las visitas presenciales de colmena en períodos de alta actividad.

Búsqueda: Rendimientos marginales crecientes

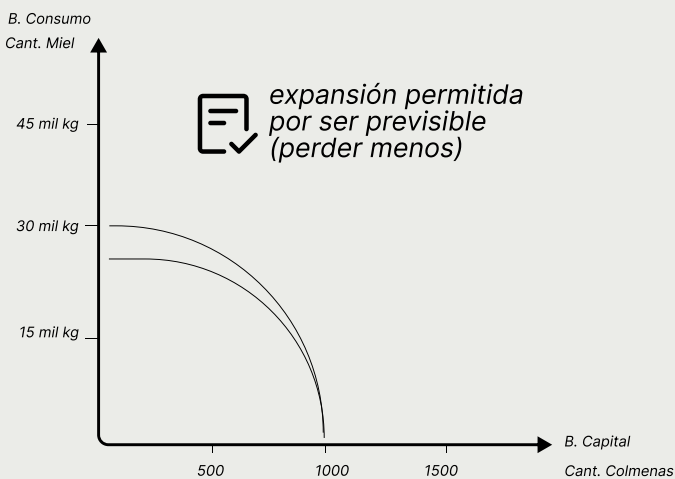
“Llevar a un aumento significativo en la producción y permitir la expansión de la actividad sin una proporción equivalente de aumento en los recursos”



En la etapa inicial, los rendimientos marginales crecientes se logran al poder controlar las colmenas a distancia en las fases de monitoreo, lo que permite anticiparse y reducir situaciones imprevistas como variaciones en los niveles de miel. Esto implica un uso más eficiente del tiempo y una menor pérdida en el proceso, aumentando la productividad. La inversión inicial en capital instalado en las colmenas es fija; por tanto, cuanto mayor sea la productividad del trabajo gracias a la nueva tecnología, mejor será el rendimiento marginal de cada hora extra de trabajo dedicada, maximizando el uso de los recursos ya invertidos.

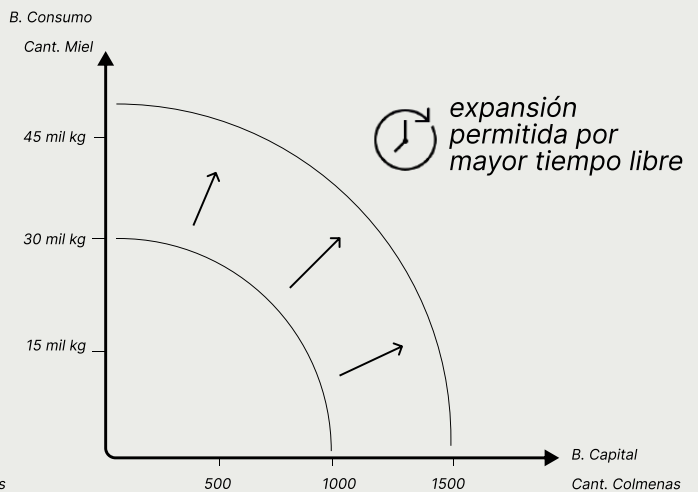


Por reemplazo a nuevas colmenas



- Antes de la Mejora: La FPP muestra combinaciones máximas de miel producidas con 1000 colmenas tradicionales.
- Después de la Mejora: La inversión en tecnología desplaza la FPP hacia afuera, permitiendo producir más miel debido a la mayor gestión de la actividad

Por mas colmenas adquiridas



- Antes de la Mejora: La FPP muestra combinaciones máximas de miel producidas con 1000 colmenas tradicionales.
- Después de la Mejora: La inversión en tecnología desplaza la FPP hacia afuera, permitiendo producir más miel debido a la mayor capacidad productiva al adquirir colmenas

El eje central está en ganar tiempos para expandir la flota junto con la mejora de la capacidad productora de miel por colmena ante el aumento de la previsión de escenarios y rendimiento térmico.

A través de la implementación de colmenas más eficientes en la manipulación y monitoreables a distancia, se logra la liberación de tiempos para los apicultores. Lo que permite escalar la actividad de manera significativa.

Ventajas frente a colmenas tradicionales

En un mercado en constante evolución, Vamat *Hive System*® se ubica como la opción superior frente a las tradicionales. Mientras que las colmenas convencionales siguen ofreciendo soluciones estandarizadas, nuestras innovaciones redefinen el estándar de eficiencia y precisión en apicultura. Al integrar tecnología transformamos la manera en que los apicultores gestionan sus apiarios, asegurando no solo una mayor productividad, sino también una experiencia de manejo sin precedentes. Nuestra propuesta no solo mejora el rendimiento, sino que también establece un nuevo paradigma en la apicultura moderna, superando con creces las limitaciones de las prácticas tradicionales.

Competitiva	Comparativa	EFICIENCIA
Mejoras ergonomicas	Disminución de tiempos a través de agilización y supresión de movimientos operativos	
Durabilidad	Materias primas que mejoran la vida del producto	
Producto de diseño	Lectura de producto homogéneo pensado y desarrollado para la actividad	
Aumento de calidad percibida	Tipología de producto que rompe con los estándares tradicionales	
Mayor control del apiario	Seguimiento a través de tecnificación y visualización de información	
Compra y envío a distancia	Eliminación de dependencia local, y gestiones de envío	
Sentido de pertenencia	Participación activa dentro de una comunidad de red que permite incrementar las asociaciones entre pares.	
Protección de colmenas	Seguridad ante robos y detección instantánea del delito	
Mejora de confort de abeja	Diseño para reducción de factores de estrés, enfermedades y disminución de gastos energéticos en búsqueda de hidratación.	

Dashboard de capacidad instalada

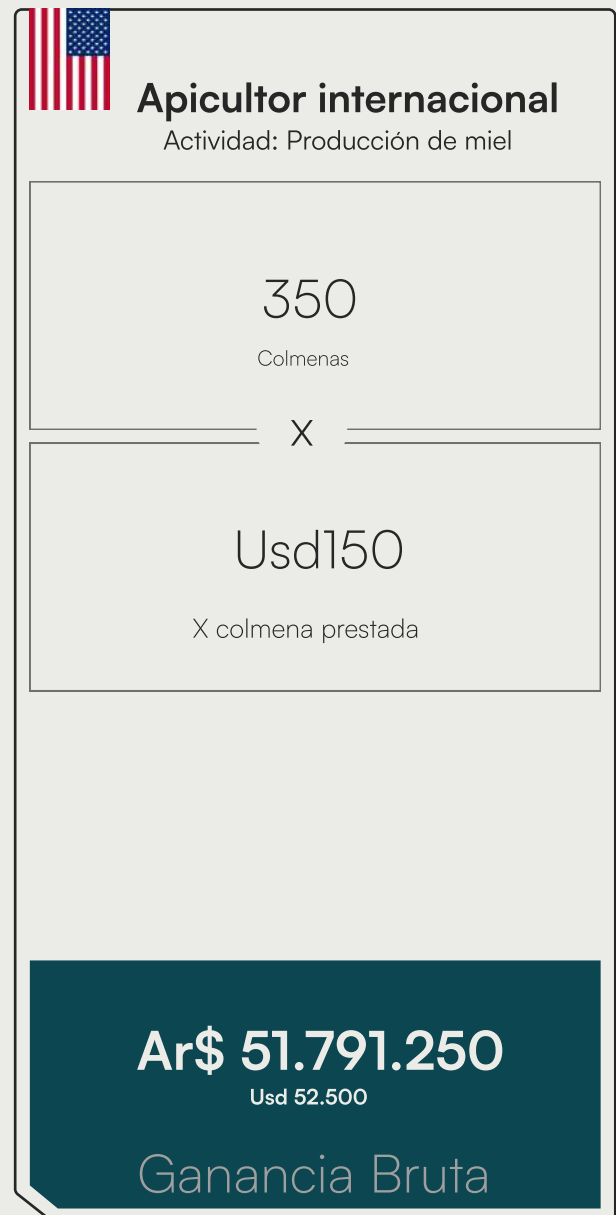
Este dashboard ha sido diseñado como una herramienta integral para analizar el mercado actual de colmenas y apicultores, proporcionando una visión clara de las tendencias, desafíos y oportunidades del sector, en el cual nos referenciamos de sus valores.



Ingresos del apicultor

Comprender los ingresos del apicultor no solo guía el diseño de colmenas que sean funcionales y eficientes, sino que asegura que esas soluciones sean asequibles, atractivas y adaptables a las realidades económicas del sector apícola interno y externo.

A continuación observaremos los ingresos brutos (sin egresos previos y futuros para la preparación de la campaña siguiente) de un apicultor promedio en argentina contrastado con un apicultor estadounidense dedicado a la polinización trashumante.



El principal factor que diferencian los ingresos es el modelo de negocio empleado, (miel frente a polinización) estos ingresos y la relación con el precio final dotan de atractivo a nuestro nuevo producto en comparación con otras opciones tecnológicas en el mercado, también es económicamente viable para los apicultores argentinos. Al ofrecer una solución avanzada a un precio accesible, logramos balancear calidad, funcionalidad y retorno de inversión para el productor.

Marketing Mix

4 P del marketing

Esta herramienta permite presentar la estrategia comercial de nuestro producto en el mercado. En este caso, nos permite estructurar y comprender de manera clara cómo el diseño innovador y ergonómico de la colmena, junto con su capacidad de gestionar en tiempo real, se destaca en un mercado en evolución. Además, este enfoque nos facilita la definición de un precio competitivo y accesible, promueve la distribución eficiente a través de asociaciones locales, y fortalece las estrategias de promoción mediante la creación de campañas educativas y eventos que potencian el conocimiento del producto. Al integrar estos aspectos, las 4P nos permiten posicionarnos adecuadamente en el mercado, asegurando el éxito y adoptabilidad por parte de los apicultores.

Producto
(Product)



Satisfacer las necesidades clave de los apicultores; reducir el esfuerzo físico, mejorar la productividad mediante monitoreo en tiempo real, y promover la sostenibilidad. Este enfoque permite a los apicultores gestionar sus colmenas de forma más eficiente y competitiva, posicionando al producto como una solución innovadora frente a la falta de tecnología en el sector.

Precio
(Price)



La estrategia de Precio se centra en destacar el valor diferencial que este producto ofrece a los apicultores, enfatizando sus nuevas prestaciones de tecnología y ergonomía en comparación con colmenas tradicionales. La propuesta de valor debe posicionarse sobre la percepción de innovación y eficiencia, más allá de ser solo una inversión en reducción de costos. Para ello, se establecerá un precio competitivo y superior al de colmenas comunes, dado que las características avanzadas y la especialización justifican esta diferencia. Los precios de referencia para colmenas tradicionales pueden investigarse en mercados locales y tiendas especializadas, lo cual ayudará a fundamentar el valor agregado y el precio de esta colmena innovadora.

Plaza
(Place)



La distribución incluirá ventas directas mediante plataformas en línea y alianzas estratégicas con distribuidores locales bien posicionados en el sector apícola. Los talleres de capacitación se llevarán a cabo en las principales regiones productoras de miel de Argentina, con un enfoque en zonas rurales clave para la apicultura. Estos talleres capacitarán a los apicultores en el uso de las tecnologías de monitoreo y en las técnicas de manejo ergonómico de las colmenas. Las capacitaciones se realizarán en colaboración con asociaciones apícolas locales, universidades y centros de investigación, para asegurar una adopción eficiente y respaldada del producto.

Promoción
(Promotion)



Podemos beneficiarnos de campañas de marketing digital que eduquen a los apicultores sobre la tecnología IoT y la especialización en miel, utilizando contenido educativo y casos de éxito. Además, organizar eventos, participar en ferias apícolas y colaborar con asociaciones del sector, junto con la creación de una comunidad en línea para compartir conocimientos, ayudará a crear conciencia y apoyo en torno al producto.

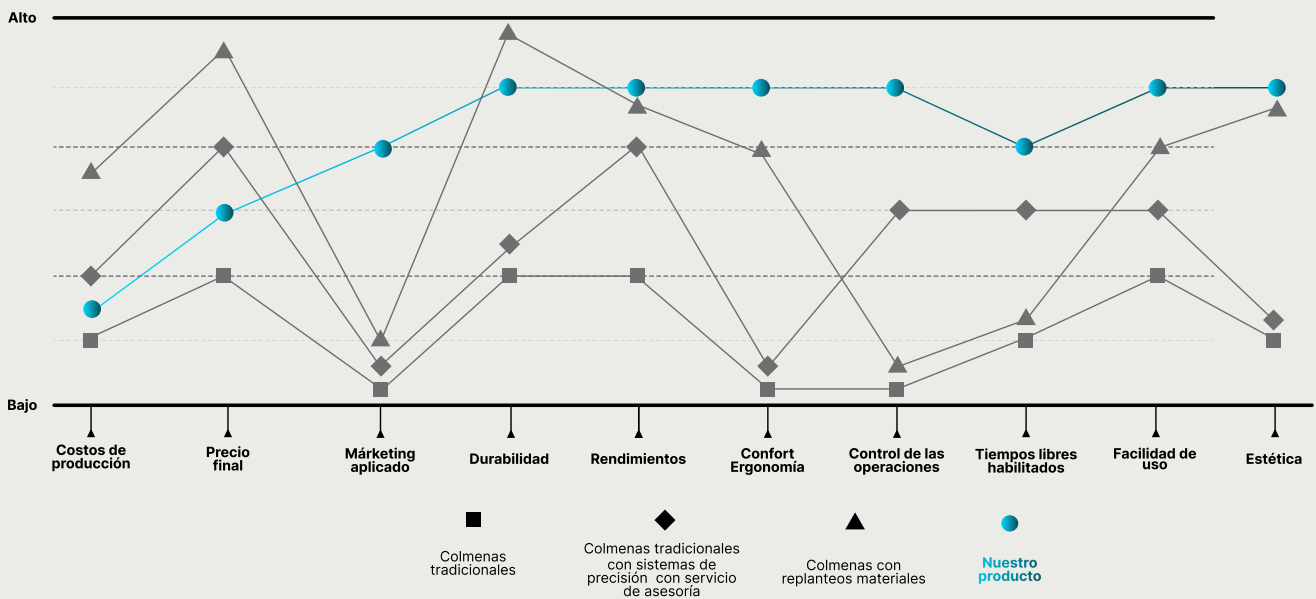
“La única manera de vencer a la competencia es dejar de tratar de vencerla”.

W. Chan Kim y Renée Mauborgne



Estrategias de modelo de negocio

En el siguiente gráfico se ilustra la estrategia del océano azul de nuestro proyecto, en el cual buscamos diferenciarnos de las soluciones tradicionales de la apicultura y de otros competidores en el mercado. A través de una comparación de factores clave como los costos de producción, el confort ergonómico, el control de operaciones y la facilidad de uso, logra posicionarse en un nicho de alto valor añadido. En lugar de competir en mercados saturados con colmenas tradicionales o aquellas con mejoras limitadas, esta se enfoca en la creación de valor mediante innovación en ergonomía, tecnología de monitoreo en tiempo real, y la sostenibilidad. Estos aspectos permiten no solo superar las expectativas del apicultor moderno, sino también generar un espacio único en el mercado, incrementando la eficiencia y la rentabilidad de la apicultura.



Posicionamiento en relación a precio

Las colmenas tradicionales son fabricadas casi artesanalmente por talleres a baja escala con tecnologías y procesos no seriados. Los nuevos planteos de colmenas innovan en cambios materiales con mejoras de durabilidad y peso, pero a cambio de costos altos. Apuntamos a manejar bajos niveles de costos de producción y precio final ya que nuestros principales ingresos vendrán luego, derivados de los servicios digitales de membresía para el control del apiario. El diseño para un armado simplificado, sumada la tercerización de los medios de producción (ruteados, rotomoldeado y ensamblado) equilibran el aumento en costos que implica el aditamento tecnológico, el aumento de la durabilidad deriva del manejo de encastres, sellado, alturas, cuestiones de manejo de flujos de viento para la estabilidad.

Actualmente los sistemas de precisión utilizados no están aplicados bajo una nueva concepción de producto, es decir, están agregados a las colmenas tradicionales y muchas veces quedan a nivel de proyectos relacionados al estudio del comportamiento o salud de las abejas. Por más que pareciera que la eficiencia permitida en este tipo de colmenas debería estar al mismo nivel que el nuestro, ya que se maneja la misma información para la toma de decisiones, la diferencia es que las decisiones posibles están habilitadas por terceros (asesoría) que repercuten en costos y no es el mismo apicultor quien controla como está planteado en nuestro producto.

El diferencial está en brindar un, ya ni siquiera colmena sino, “nuevo sistema de apiario” y que se perciba distinto como tal, con fuerte impronta en usabilidad, permitiendo el entendimiento y monitoreo de la colmena a distancia sin que se vea afectado el precio del bien directo adquirido. Como vemos en el cuadro estratégico anterior (pag. 05) son los puntos de mayor divergencia con respecto al resto de lo que “existe”, en esos vacíos del océano rojo está la oportunidad detectada.

Estructuras del mercado

En un mercado donde no existen colmenas inteligentes, nuestra propuesta representa una innovación disruptiva que busca transformar la apicultura tradicional, introduciendo nuevas herramientas tecnológicas que faciliten la gestión y el monitoreo de las colmenas. Al ser los primeros en introducir colmenas con sensores de temperatura, humedad, peso y CO2, auto sustentadas con energía solar y conectadas a una app, **nos posicionamos como pioneros en un nicho no explorado.**

En este contexto, **nuestro precio no está sujeto a un entorno de competencia perfecta**, ya que no existen productos similares en el mercado. Esto nos permite, en lugar de competir por precio, ofrecer un valor añadido basado en la innovación tecnológica, la eficiencia operativa y la reducción de costos a largo plazo para los apicultores. Este enfoque genera una ventaja competitiva y nos da la oportunidad de definir el valor percibido por los clientes, que estarán dispuestos a pagar más por las mejoras en la productividad y la reducción del esfuerzo físico.

“El proyecto incursionará en un mercado de competencia monopolística porque existe la competencia directa (tradicional) pero lo que se estará ofreciendo un es producto diferenciado”.

Espectativas de mercado

El mercado en el país es grande, el mayor del hemisferio sur y uno de los más concentrados del mundo.

Apuntamos a producir un **0,11%** del total de colmenas actuales con una línea de montaje y 1 molde de rotomoldeo plástico en un año con 2 operarios. Esto supondría un reemplazo de las tradicionales adoptando nuestra propuesta en el primer año de lanzamiento, en un proceso de asimilación del mercado por un total de 3.840 colmenas, **320 mensuales**. Este número es permitido por las tecnologías productivas a escala tercerizadas teniendo como referencia el ciclo de conformación del casco plástico rotomoldeado, emparentado con el ciclo de creación de los marcos plásticos inyectados, lográndonos centrar en tareas de gestión, logística y armado. Nos permitiría replicar volúmenes de producción a los niveles de producción de taller carpinteros de 5 operarios a un menor costo de fabricación a través de la disminución de mano de obra fabril que actualmente tiene la actividad de generación de colmenas tradicionales.

Escalabilidad de producción

Con un enfoque escalable y adaptable, lo que significa que puede crecer de manera progresiva y sostenida sin afectar negativamente la calidad de los productos o la eficiencia operativa. Se ha implementado procesos optimizados y tecnologías flexibles que permiten expandir las operaciones, ya sea incrementando la producción, introduciendo nuevas líneas de productos o ampliando a nuevos mercados. Además, el sistema de gestión garantiza que, a medida que el proyecto crece, se mantengan los altos estándares de control y supervisión, evitando cualquier disminución en la eficacia o en los resultados.

Diseño escalable: El diseño de las colmenas es flexible y adaptable, permitiendo la adición de nuevas funcionalidades y la integración de más sensores sin necesidad de rediseñar completamente el sistema.

Procesos productivos: Los procesos de fabricación están optimizados para aumentar la capacidad de producción. Podemos ajustar fácilmente el volumen de producción al añadir más estaciones de trabajo o mejorar la eficiencia de la línea de montaje.

Techo productivo: Dado que el diseño y los procesos son escalables, el techo productivo es alto. Podemos expandir la producción y la capacidad para satisfacer una demanda creciente sin encontrar limitaciones significativas en la infraestructura actual.

Inversión y escalabilidad: La inversión inicial se centra en establecer una base sólida. A medida que la demanda crece, podemos escalar el proyecto aumentando la capacidad de producción y mejorando las características del producto, aprovechando el diseño y los procesos ya establecidos.

Conformación del precio

Producto

Colmena

Bien operativo

Físico

Los costos de producción se reducirán a largo plazo debido al uso de matricería de rotomoldeo, la alta productividad y escalabilidad sin necesidad del incremento de bienes de capital de manera lineal en relación a lo producido

Bien dependiente

Digital

Para el apicultor habrá costos minúsculos asociados posterior a la compra del bien físico que garantizan el completo control del sistema.

Será a través de membresía por límite de colmenas manejadas que a nosotros nos representará un flujo de ingresos constantes.

Costo \$215.057
+ 35% Margen

Precio final
\$290.326

Colmenas	20	350	1000	∞
Membresía	\$2.000	\$4.000	\$10.000	\$15.000

Mayor cantidad de apicultores con este nivel de posesión de colmenas actual en Argentina

11.480 Potenciales usuarios

Renta

La decisión de obtener márgenes de ganancia bajos en el bien físico es utilizado como atractivo para generar una inercia en esta nueva propuesta, provocando una diferencia leve respecto a las mejoras propuestas.

Esta decisión es compensada a través de la dependencia que desata la adquisición del bien físico, es decir, el monitoreo a través de una app de membresía.

Caso moderado: 11480 apicultores adquieren un promedio de 5 colmenas.

Tipo de bien	11.480 apicultores	Flujo futuro generado con 57.400 colmenas vendidas	Tipo de flujo
Bien físico			Acumulado
Margen	\$75.259	\$4,3B \$4.319.866.600	
Bien digital			Constantes
Prom. membresía	\$4.000	\$46M \$45.920.000	

Temporalidad con la capacidad productiva actual

-Si la capacidad productiva son 320 unidades mensuales

-Seremos capaces de abastecer 57.400 Colmenas en 179 meses o 15 Años.

Costos materiales por unidad producida

Fecha de referencia: 01/10/2024

Tipo de cambio: 986,5

Nº	Imagen	Nombre	Cant.	Tipo/Proceso	Precio por uso			Adhesión por degradación		Adhesión por alquiler	Adhesión por mano de obra	Final USD
					Precio comercial y unidades	Uso	Subt.	Inversión/desgaste	Subt.	Suposición 300mil Ars / 320 Unidades mensuales	Suposición 2 empleados bajo convenio UOM (727.823 Ars desde el 1/10/2024)	
1		Carcasa monocasco	x1	Tercerizado/(molde propio)	20.000 Ars x Unidad	1	2.000Ars o 20,3Usd	3.000 Usd Inv. Inicial de molde / 10.000 ciclos de vida x 1	0,3 Usd	0,041 Usd	0,2 Usd	20,841
2		Puertas	x3	Tercerizado/(molde propio)	2.000 Ars x Unidad	3	6.000Ars o 6,09Usd	1.500 Usd Inv. Inicial de molde / 10.000 ciclos de vida x 3	0,45 Usd	0,041 Usd	0,2 Usd	6,781
3		Marco	x30	Tercerizado/ Inyectado plástico (molde propio)	(PP grameaje de 200g) Serv. 70.000Ars x Hora 50U x hora=1400Ars U	0,6 (30 marcos)	42.000Ars o 42,6Usd	8.000 Usd Inv. Inicial de molde / 500.000 ciclos de vida x 30 marcos	0,48 Usd	0,041 Usd	0,2 Usd	43,321
4		Sujeción de electrónicos y excluidor	x1	Tercerizado/Corte y pliegue chapa	Serv. 9.000 Ars	1	9.000Ars o 9,12 Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	9,324
5		Caño redondo Aluminio 25,4x1,5	x1	Tercerizado/ Doblado de caño	3,6 x Kg	1,44(1,44 kg)	5.130 Ars o 5,2 Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	5,441
6		Placa pet (para panel solar) 1220x2440x 2mm	x1	Tercerizado/ Ruteado	2 Usd x U	0,2 (5U)	395 Ars o 0,4 Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	0,641
7		Plancha de goma eva 1000x1500x3mm (para juntas)	x1	Corte plantilla	0,5 Usd x U	0,0066 (150 tiras x plancha)	68,3 Ars o 0,0033 Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	0,244
8		Cera estampada 410x180mm	x30	Comercial/ Proveedor interno	125.000Ars x 10Kg (10Uxkg)	0,3 (3kg)	37.500Ars o 38,1Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	38,341
9		Sensor CO2 MH-Z19	x1	Comercial/ Proveedor externo	14,38Usd x U	1	14,38Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	14,621
10		Sensor temperatura y humedad DHT-22	x4	Comercial/ Proveedor externo	0,99Usd x U	4	3,96Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	4,201
11		Báscula 50Kg	x4	Comercial/ Proveedor externo	9,98Usd x 8U	0,5	4,99Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	5,231
12		Switch basculante On/ Off	x1	Comercial/ Proveedor externo	6,49Usd x 20u	0,05	0,33Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	0,571
13		Pulsador emparejamiento	x1	Comercial/ Proveedor externo	65Usd x 500u	0,002	0,13Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	0,371
14		Arduino Uno Wifi Rev2	x1	Comercial/ Proveedor externo	3500Usd x 500U	0,002	7Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	7,241
15		Bateria 3.7V Li-lon 5000mAh	x1	Comercial/ Proveedor externo	3000Usd x 500U	0,002	6Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	6,241
16		Led 3mm	x2	Comercial/ Proveedor externo	20Usd x 1000U	0,002	0,02Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	0,261
17		Panel solar 3W 110x136mm	x2	Comercial/ Proveedor externo	2,5Usd x U	2	5Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	5,241
18		Cable Conector M12	x2	Comercial/ Proveedor externo	12Usd x U	2	24Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	24,241
19		Hembra M12	x2	Comercial/ Proveedor externo	8Usd x U	2	16Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	16,241
20		Ruedas D 250mm	x2	Comercial/ Proveedor externo	10.000 Usd x 5000 U	0,0004	4 Usd o 3,946 Ars	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	4,241
21		Tornillos	x15	Comercial/ Proveedor interno	9,99Usd x 300 U	0,05	0,49Usd o 483,4 Ars	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	0,731
22		Estaño para soldadura 0,7mm	1g	Comercial/ Proveedor interno	12,100Ars x 100grs	1g (25 puntos de soldadura)	121Ars o 0,123Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	0,364
23		Alambre para marcos 0,5mm	1,8m x marco	Comercial/ Proveedor interno	24.050Ars x 2kg bobina (rinde 600 marcos)	30 marcos	1202Ars o 1,22Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	1,461
24		Cables de conexión 30cm	x10	Comercial/ Proveedor interno	3.500Ars x 40 cables	0,25	875Ars o 0,89Usd	—	—	0,041 Usd	0,2 Usd	1,131

0,937,5 Arso
0,95Usd

Tareas de armado
4,548 Arso
4,61 Usd

TOTAL U\$218 Ar\$215.057,00

Referencias:

Piezas de diseño derivadas de bienes intermedios de producción

Semielaborados transformados

Insumos estándar de apicultura (LOCAL)

Componentes electrónicos (EXTERNOS)

Insumos que intervienen en procesos productivos

Comparación productiva de planta

Comparativa directa con fábrica de colmenas tradicionales con capacidad productiva de 500 unidades mensuales a precio de mercado atravesando el los bienes finales con variables de vida útil y trabajo/tiempo

Valor real final en tiempo

	Costo material + mano de obra	Margen	Precio final	Contraste con vida util	
				Vida util	Gasto proyectado 15 años
vamat hive system	\$ 215.057	+35%	\$ 290.326	15 años	\$ 290.326
Carpintería	\$ 117.000	+35%	\$ 180.000	7,5 años	\$ 360.000

La vida útil está proyectada por la materialidad empleada

20% más baratas a largo plazo

Deductivo a partir de precio final y mismos márgenes de ganancia.

Precio de mercado

Implica la compra de otra colmena sin sumar los gastos de mantenimiento superficial que implican las tradicionales

Trabajo y tiempo

	Cant. empleados	Capacidad de producción mensual	Unidades por personal	Características del empleo	Otras características	Rendimiento
vamat hive system	2	320 U	160	Trabajo dedicado solo a gestión, ensamblado	Gastos asociados a energía, infraestructura y consumibles básicos	62,% más eficiente que el modelo de negocio de la fábrica de colmenas
Carpintería	5	500 U	100	Trabajo dedicado a gestión, recepción, transformación material, recubrimiento y ensamblado y fijado	Se suman gastos asociados a bienes de capital, mantenimiento de los mismos.	

La comparación entre el Vamat Hive System y las colmenas tradicionales de carpintería evidencia una clara ventaja en términos de sostenibilidad y eficiencia a largo plazo. Aunque el Vamat supone una inversión inicial mayor, su vida útil extendida y la reducción en costos de mantenimiento lo convierten en una opción significativamente más rentable. No se trata solo del ahorro financiero, sino también de la posibilidad de reducir las interrupciones operativas y la necesidad de reposición constante que afectan a las colmenas tradicionales. Destacamos en la optimización de recursos, tanto humanos como materiales. La eficiencia laboral es notablemente superior, lo que permite reducir la cantidad de empleados necesarios para alcanzar altos niveles de producción, liberando tiempo y recursos que podrían destinarse a otras áreas del negocio.

En conjunto, esta alternativa no solo ofrece una solución más rentable a largo plazo, sino que también redefine la manera en que se gestiona la producción de colmenas, priorizando la durabilidad, la eficiencia y el uso estratégico de los recursos.

Viabilidad financiera del producto por flota de colmenas



Apicultor Local tomado del análisis de casos (Hoja 103)

Actividad: Producción de miel

Colmenas: 1800

Recorrido: 380Km

Capacidad productiva anual: 70 Kg x 1800U = 126000Kg

Objetivo; Disminuir 1/4 las visitas, es decir de 12 a 9, en períodos de alta frecuencia

	Inv. inicial	Corrección por vida útil	Ingreso anual	Ahorro anual			Ingreso anual
				Combustible	Tiempo	Pérdidas imprevistas	
vamat hive system	\$290.326x1800 \$522.586.800	\$522.586.800 x 1 \$522.586.800	126.000Kg x \$1850 \$ 233.100.000	1440Km x \$ 1350 L \$1.539.000	270Hs x \$15.000; \$4.050.000	5% en kg de miel \$ 11.655.000	\$ 250.344.000
Colmena tradicional	\$180.000 x 1800 \$324.000.000	\$324.000.000 x 2 \$648.000.000	126.000Kg x \$1850 \$ 233.100.000	—	—	—	\$ 233.100.000

*NOTA: Cuadro comparativo sin el agregado de costos de mantenimiento, infraestructura, y gastos variables que hacen a la actividad.

ROI

Vamat Hive System®

48%

Colmena tradicional

36%

Proyección de costos y valores

Descripción del contexto

En medio de medidas de estabilización económicas, proyectar costos en Argentina todavía implica considerar la alta incertidumbre en la implementación de sus reformas. Mantener proyecciones flexibles y ajustables a estos cambios es esencial para la planificación financiera adecuada. A continuación mencionaremos indicadores cruciales para nuestra toma de decisiones de corto plazo.

Presupuesto Nacional 2025

Las proyecciones con bases al presupuesto del Ministerio de economía del Gobierno Nacional proveen datos de inflación del 18,3% anual con un dólar oficial de 1207 pesos. Esto implicaría una baja del crawling peg del 2% mensual actual a un promedio mensual al 1,5%. Según un [trabajo publicado por la consultora EPyCA](#) (que dirige el economista Martín Kalos), “la señal que se envía es que también la actual tasa de devaluación fija irá reduciéndose, para terminar el año 2025 en torno al 0,6% de suba mensual nominal”. En tanto, se prevé un dólar oficial a \$ 1.347 para fines de 2026 y de \$ 1.446 para diciembre de 2027.

Crawling peg

Entender el régimen de corto plazo de micro devaluaciones diarias (2% mensual) nos ayuda a visualizar los costos dolarizados de manera proactiva en el futuro del negocio.

Tipo de cambio

Unificación cambiaria: Se espera que para 2025 Argentina haya implementado un tipo de cambio único, eliminando el control de capitales y el cepo cambiario. Esto brindará mayor previsibilidad en los costos de importación y exportación

Política comercial

La eliminación de aranceles y barreras comerciales producto de la búsqueda de la liberalización de la economía, implica una mayor integración de Argentina en la economía global. Se espera que se promuevan acuerdos comerciales que faciliten la exportación de productos argentinos, entre ellos nuestra colmena, poco afectada por productos externos dado a la inexistencia de competencia actual.

Política Fiscal

Simplificar el sistema impositivo y reducción de impuestos, con el objetivo de incentivar la inversión y el crecimiento económico son propuestas que se comienzan a vislumbrar con la implementación del Decreto 661/2024 y la llegada de la imagen del colaborador laboral en el régimen del monotributo que permite hasta 3 colaboradores, ahora exentos de regímenes de relación de dependencia, lo cual nos abre un campo de posibilidades de corto plazo para dar inercia a la empresa.

Decisiones sobre proyección de costos y valores

Propuestas en función de la percepción del contexto actual 01/10/2024.

Dividir los Costos en Locales e Importados:

- Proyectar costos en dólares para insumos importados o con precios referenciados al dólar.
- Para costos en pesos, prever ajustes por inflación o devaluación hasta que se establezca la política cambiaria y monetaria.

Crear un Escenario Base y un Escenario de Volatilidad:

- Escenario Base: Considera que las reformas se implementan sin problemas y que la dolarización estabiliza la inflación y el tipo de cambio a mediano plazo.
- Escenario Volátil: Prevé un escenario en el que las reformas tardan en consolidarse, con alta volatilidad cambiaria y precios ajustándose rápidamente.

Monitorizar los Indicadores Macroeconómicos:

- Ajustar regularmente los costos en función de la evolución de la inflación, el tipo de cambio y las decisiones de política económica, fiscal y cambiaria.

Incluir Margen de Riesgo:

- Dado el alto nivel de incertidumbre en el corto plazo, proyecta un margen de riesgo adicional sobre los costos, especialmente para productos y servicios esenciales.

Inversión inicial

En este cuadro se detalla la inversión inicial requerida para el lanzamiento del proyecto, abarcando las diferentes áreas clave que permiten poner en marcha la operación de la empresa de colmenas inteligentes. La estructura de costos se clasifica en costos fijos y variables, proporcionando una visión clara de las necesidades financieras para asegurar la capacidad productiva desde el inicio.

Área	Descripción del costo	Tipo de costo	Descripción de la inversión	Estimación de inversión para lanzamiento
Infraestructura de acopio y ensamble	Espacio para almacenar componentes, herramientas, y espacio de trabajo para ensamble final	Fijo	Sistema trazable, plantillas de vinculación, soldaduras, mesas de trabajo, racks, taladros	\$ Ars 2.500.000
Tercerización productiva	Producción de casco (plástico)	Variable en función de demanda	Matrickería de rotomoldeo	\$ Ars 5.000.000
App	Desarrollo de la aplicación móvil y mantenimiento	Fijo	Creación y mejora continua	\$ Ars 3.000.000
Logísticos	Transporte de materiales y productos terminados	Variable	Vehículo de transporte	
Publicidad y marketing	Estrategia de marketing digital, promoción en redes sociales, medios de comunicación y exposiciones	Variable	Campaña publicitaria masiva	
Otros	Servicios, energía, mantenimiento del espacio	Variable	Internet, limpieza, iluminación dedicada	
Stock inicial	Garantizar el primer mese de producción	Único	Materiales / comerciales / insumos	
TOTAL				\$79.318.240

*NOTA: Los costos de mano de obra e infraestructura alquilada están implícitos en la de la matriz de costos materiales.

Plan de financiamiento

\$79.318.240

Es el número de cobertura para un mes de producción con la inversión inicial sumada.

Plan A

Capital propio o aportes de socios:

Ahorros personales o cuentas con socios, realizar aportes iniciales para financiar las operaciones sin recurrir a préstamos. Esto asegura el no endeudamiento y mantenimiento del control total sobre el proyecto.

Decisión sobre el financiamiento por crédito:

Se decide no avanzar sobre préstamos ya que la oferta de las tasas de interés fijas en torno al 35% de diferentes bancos parecen una opción tentadora a corto plazo, no obstante si esa tasa se proyecta en un escenario de desinflación y devolución a mayor plazo (3años) es una opción poco conveniente

Plan B

Programas de incubadoras y aceleradoras:

Descripción: Existen varias incubadoras y aceleradoras en Argentina que pueden ofrecer tanto financiamiento como apoyo y visibilidad estratégica en el entramado industrial. Ejemplos: UNRaf Start Up (en el que se participó), Incubadoras del Ministerio de Producción o aceleradoras como NXTP Labs.

Estados de resultados

Estado de Resultados	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$ 1.114.851.840	\$ 2.229.703.680	\$ 4.459.407.360	\$ 8.918.814.720	\$ 17.837.629.440
Costo de Ventas	\$ 825.818.880	1.651.637.760	\$ 3.303.275.520	\$ 6.606.551.040	\$ 13.213.102.080
Utilidad Bruta	\$ 289.032.960	\$ 578.065.920	\$ 1.156.131.840	\$ 2.312.263.680	\$ 4.624.527.360
Gs Variables	\$ 825.818.880	\$ 1.651.637.760	\$ 3.303.275.520	\$ 6.606.551.040	\$ 13.213.102.080
Gastos Estructura	\$ 6.720.000	\$ 6.720.000	\$ 6.720.000	\$ 12.460.000	\$ 12.460.000
Ingreso Operativo	\$ 1.114.851.840	\$ 2.236.423.680	\$ 3.309.995.520	\$ 6.619.011.040	\$ 17.850.089.440
Resultados Financieros y por Tenencia	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingreso antes de Impuestos	\$ 1.114.851.840	\$ 2.236.423.680	\$ 3.309.995.520	\$ 6.619.011.040	\$ 17.850.089.440
Impuesto a las Ganancias	\$ 84.693.888	\$ 171.403.776	\$ 344.823.552	\$ 691.663.104	\$ 1.385.342.208
Resultado Neto	\$1.199.545.728	\$2.407.827.456	\$3.654.819.072	\$7.310.674.144	\$19.235.431.648

Marco decisorio:

- Las ventas reflejadas implican la suma de la totalidad de la venta de producto físico (3840) sin sumar ingresos por membresía, lo cual deja la balanza aún más positiva de lo que refleja el gráfico.
- Referenciado al punto anterior (1) podríamos afirmar que; la suma de ingresos derivado de membresía del producto digital en el mes número 12 es: \$15.360.000
- Los gastos variables (Gs Variables) aumentarán proporcionalmente con la producción.
- La capacidad de producción son 320 colmenas mensuales o 3840 anuales, nuestra idea es duplicar la capacidad productiva exponencialmente año a año.
- Los gastos de estructura (Gastos Estructura) incluyen el alquiler \$320.000, salarios (2 operarios Uom 727.823 Ars desde el 1/10/2024) y otros gastos fijos.
- Al disponer de los recursos económicos para dar inicio a la rueda ya que la inversión inicial es de bajo número, alquilar la propiedad y , sumado a la tercerización casi total de la producción (excepto ensamble) Los resultados financieros y por tenencia no tienen peso en nuestro informe de resultados.
- Apuntamos a duplicar la producción de manera anual, esto conlleva a la duplicación de matricerías y mano de obra aplicada, hoy serán sumados de manera proporcional, eso no quita que se optimicen procesos de línea de ensamblaje que mejore la eficiencia en tiempos y que el personal no se multiplique proporcionalmente.
- En el 4to año nos vemos obligados a aumentar el espacio físico (alquiler de \$800.000 por mes) de manera que albergue los mínimos stocks y los nuevos volúmenes manejados.
- Análisis bajo contexto de estabilidad y demandas de mercado constantes que no impacten en el valor final del bien ante variaciones de la demanda (subjetividad del valor).

Cashflow

Cashflow Proyectado	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
SDO. INICIAL CAJA	\$ -80.000.000	\$ 99.976.212	\$ 422.582.603	\$ 740.937.660	\$ 1.981.195.501
(+) Cobranzas	\$ 1.114.851.840	\$ 2.229.703.680	\$ 4.459.407.360	\$ 8.918.814.720	\$ 17.837.629.440
TOTAL INGRESOS	\$ 1.114.851.840	\$ 2.229.703.680	\$ 4.459.407.360	\$ 8.918.814.720	\$ 17.837.629.440
Sueldos Netos	\$ 2.880.000	\$ 5.760.000	\$ 11.520.000	\$ 23.040.000	\$ 46.080.000
Gastos Operación	\$ 3.840.000	\$ 3.840.000	\$ 3.840.000	\$ 7.680.000	\$ 7.680.000
Gastos CV	\$ 825.818.880	\$ 1.651.637.760	\$ 3.303.275.520	\$ 6.606.551.040	\$ 13.213.102.080
Imp. Gcias. Pagos a Cta.	\$ 84.693.888	\$ 171.403.776	\$ 691.663.104	\$ 691.663.104	\$ 1.382.342.208
Dividendos Distribuidos	\$ 17.642.860	\$ 74.455.753	\$ 130.753.679	\$ 349.622.735	\$ 775.443.097
TOTAL EGRESOS	\$ 934.875.628	\$ 1.907.097.289	\$ 4.141.052.303	\$ 7.678.556.879	\$ 15.424.647.385
Flujo de operación	\$ 179.976.212	\$ 322.606.391	\$ 318.355.057	\$ 1.240.257.841	\$ 2.412.982.055
SDO. FINAL CAJA	\$ 99.976.212	\$ 422.582.603	\$ 740.937.660	\$ 1.981.195.501	\$ 4.394.177.556

Marco decisorio:

- Inversión inicial de \$ 80.000.000
- Salario con cargas sociales
- Política de dividendos distribuidos estables a dueños un 10-15%

Resumen del estado de resultados y cashflow

La decisión de mantener márgenes bajos de utilidad en el bien físico para impulsar las ventas masivas de colmenas es estratégica, pero implica un crecimiento relativamente lento. No obstante, el modelo de membresía digital permite que el proyecto tenga una fuente de ingresos escalable y recurrente a largo plazo, lo que ofrece estabilidad financiera.

La proyección de ingresos y la capacidad productiva reflejan una estructura sólida a largo plazo. Aunque el horizonte de 15 años para alcanzar las 57.400 colmenas parece **extenso**, la diversificación en la generación de ingresos mediante el monitoreo digital ayuda a compensar la lentitud del crecimiento físico. Es crucial asegurar una expansión de la capacidad productiva si el mercado responde con mayor demanda, para acortar los tiempos y aprovechar el potencial del mercado antes de que otros competidores lo capitalicen.

Propuesta para mejorar la oferta

Duplicar la capacidad productiva de manera exponencial año tras año.



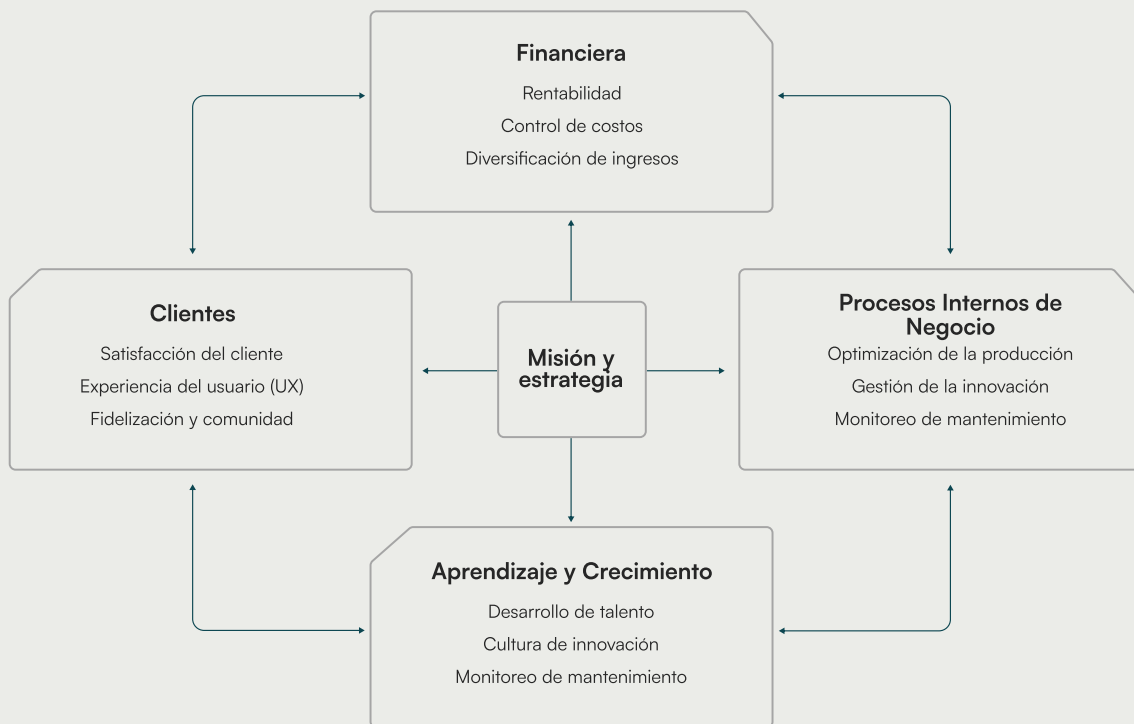
Implica:

- Adquisición del doble de bienes intermedios de capital como matricería.
- Adaptación de los proveedores de servicios tercerizados (rotomoldeo y corte y pliegue de chapa) a nuestra nueva demanda, o en caso necesario conseguir otro que cumpla con los requisitos.
- Duplicar la mano de obra asociada a ensamble.
- En lo posible tratar de eliminar la proporcionalidad de recursos con la capacidad productiva, es decir, implementar mejoras en la optimización de procesos para sostener la capacidad con menores costos de inversión y operativos.

La empresa es altamente rentable, sin deudas significativas ni gastos financieros que afecten negativamente la liquidez. Sin embargo, se debe tener en cuenta la inversión en ampliación de la capacidad productiva y el alquiler de espacios adicionales, lo que podría influir en la necesidad de manejar adecuadamente el flujo de caja para mantener el ritmo de crecimiento.

Tablero de comando

Permite monitorear y gestionar los aspectos más críticos de nuestro negocio de manera integral y en tiempo real. A través de un análisis detallado de indicadores clave como la rentabilidad, el control de costos, la eficiencia productiva y la satisfacción del cliente, podemos tomar decisiones estratégicas basadas en datos concretos, optimizando nuestros recursos y garantizando la sostenibilidad a largo plazo. Además, este tablero nos facilita identificar nuevas oportunidades de crecimiento, ajustar nuestras operaciones para maximizar la rentabilidad, y asegurar que la innovación tecnológica siga siendo un motor central en nuestro proyecto. Con un enfoque en la diversificación de ingresos y el fortalecimiento de nuestra comunidad de apicultores, el tablero de comando se convierte en una herramienta esencial para medir el impacto de nuestras acciones y asegurar que nuestros objetivos financieros, operativos y de innovación estén alineados con la visión de transformar la apicultura en Argentina.



Financiera

Rentabilidad

- **Indicadores:** Margen bruto, ROI, crecimiento en ingresos por ventas de colmenas inteligentes y servicios asociados.
- **Acciones:** Optimizar la estructura de costos, identificar nuevas oportunidades de ingresos y expandir el mercado objetivo.

Control de costos

- **Indicadores:** Costos operativos, gastos de investigación y desarrollo, costos de mantenimiento y soporte.
- **Acciones:** Implementar estrategias de reducción de costos y mejorar la eficiencia de los procesos para maximizar la rentabilidad.

Diversificación de ingresos

- **Indicadores:** Porcentaje de ingresos provenientes de productos adicionales (por ejemplo, servicios de monitoreo, formación, etc.).
- **Acciones:** Desarrollar productos y servicios complementarios que generen ingresos adicionales y fortalezcan la propuesta de valor.

Procesos Internos de Negocio

Optimización de la Producción:

- **Indicadores:** Eficiencia en el ensamblaje de las colmenas, tiempos de respuesta para la integración de nuevas tecnologías, y porcentaje de defectos o productos devueltos.
- **Acciones:** Implementar mejoras continuas en la línea de producción y procesos de calidad para asegurar la excelencia operativa.

Gestión de la Innovación:

- **Indicadores:** Número de nuevas funcionalidades o mejoras tecnológicas implementadas por trimestre, tasa de adopción de nuevas tecnologías por parte de los apicultores.
- **Acciones:** Mantener un proceso de investigación y desarrollo constante para introducir innovaciones que satisfagan las necesidades del mercado.

Monitoreo de Mantenimiento:

- **Indicadores:** Tasa de fallos o problemas reportados por los clientes, tiempo promedio de resolución de problemas técnicos.
- **Acciones:** Desarrollar un sistema proactivo de mantenimiento y soporte técnico para minimizar el tiempo de inactividad y mejorar la satisfacción del cliente.

Aprendizaje y Crecimiento

Desarrollo de talento

- **Indicadores:** Tasa de retención de empleados, número de programas de capacitación y desarrollo implementados, tasa de satisfacción de empleados.
- **Acciones:** Invertir en programas de formación continua y en el desarrollo de habilidades técnicas y de innovación para el equipo.

Cultura de innovación

- **Indicadores:** Número de propuestas de mejora y proyectos innovadores presentados por el equipo, tiempo dedicado a la investigación y desarrollo.
- **Acciones:** Fomentar un ambiente de trabajo colaborativo y creativo donde se incentiven las nuevas ideas y soluciones innovadoras.

Uso de Tecnología

- **Indicadores:** Nivel de adopción de nuevas herramientas tecnológicas dentro del equipo, eficiencia en la utilización de tecnologías para mejorar procesos.
- **Acciones:** Mantener actualizada la infraestructura tecnológica y promover la adopción de tecnologías emergentes para mejorar la competitividad y eficiencia.

Clientes

Satisfacción del cliente

- **Indicadores:** Puntaje de satisfacción del cliente, número de quejas y sugerencias, tasa de retención de clientes.
- **Acciones:** Realizar encuestas regulares de satisfacción y crear un canal de retroalimentación efectivo para mejorar el servicio y el producto.

Experiencia del usuario (UX)

- **Indicadores:** Uso del tablero de comando por los clientes, tasa de adopción de la plataforma digital y aplicación móvil, tasa de resolución de problemas a través de la plataforma.
- **Acciones:** Mejorar continuamente la interfaz de usuario y experiencia del usuario mediante actualizaciones basadas en el feedback del cliente.

Fidelización y comunidad

- **Indicadores:** Número de apicultores activos en la plataforma comunitaria, número de interacciones y aportes en la sección de noticias y colaboración.
- **Acciones:** Desarrollar programas de fidelización y actividades comunitarias para fortalecer la relación con los clientes y fomentar un sentido de comunidad.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que nos acompañaron y apoyaron durante este proceso.

A nuestras familias, por su apoyo constante, su paciencia y por estar siempre ahí cuando más lo necesitábamos. Sin su confianza, este camino hubiera sido mucho más complicado.

A los docentes y mentores que nos guiaron a lo largo de la carrera y, especialmente, a quienes nos orientaron durante el desarrollo de esta tesis. Sus conocimientos y observaciones fueron clave para que este proyecto tome forma.

A nuestros amigos y compañeros, por el apoyo en los momentos de presión y por ser parte de las pequeñas pausas que hicieron más llevadero este proceso.

Agradecemos a todas las experiencias que este proyecto nos permitió vivir. Cada desafío superado nos dejó aprendizajes que nos acompañarán más allá de esta etapa.

Y finalmente, a nuestras abejas —en todos los sentidos—. Este proyecto no solo busca diseñar colmenas, sino también aportar a un futuro donde la tecnología y la naturaleza habilitado por el diseño puedan convivir de manera equilibrada. Ellas nos inspiran a valorar el trabajo en equipo, el cuidado del entorno y la importancia de perseguir objetivos que trasciendan lo personal.

¡Gracias!

Bibliografia

Libros

Hannah Nordhaus (2020). El lamento del apicultor: cómo un hombre y quinientos millones de abejas ayudan a alimentar a Estados Unidos. ISBN 9780061873256

Yann Moulier Boutang (2010). La abeja y el economista ISBN 13: 978-84-96453-69-2

Schon, Donald A (1992). La formación de profesionales reflexivos : hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones. ISBN: 84-7509-730-8.

Michael Weiler (2000) El Hombre y las Abejas Contemplaciones sobre las manifestaciones vitales de las ABEJAS. ISBN 3-921536-60-X

Artículos

Glenn BALLARD, Lauri KOSKELA (2015) *Rethoric and Design. University of California Berkeley, United States of America; 2: University of Salford, United Kingdom*

Juan Pablo Aljure (Recorte) Pensamiento sistémico; La clave para la creación de futuros realmente deseados

Jasiel Pavon Leyva, (2016). La abeja y la influencia de los componentes del ecosistema. Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible (CATEDES), Guantánamo, Cuba. Instituto Politécnico veterinaria, Guantánamo, Cuba. Hombre, Ciencia y Tecnología ISSN: 1028-0871.

Marta García García, Leonardo Alberto Ríos Osorio y Javier Álvarez del Castillo, (2016). La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura

Consejo Federal de Inversiones CFI (2011) La Apicultura Argentina y sus regiones: Una visión panorámica. ISBN 978-987-510-158-6

María Soledad Ferrari, (2016). Análisis tecnológicos y prospectivos sectoriales, complejo productivo apícola.

Marcos Miñarro y Daniel García, (2016). Manzana, kiwi y arándano: sin insectos no hay frutos ni beneficios.

MVZ Rodrigo A. Medellín, (2023). Impacto del cambio climático en la apicultura

Mordor Intelligence, (2024). Tamaño del mercado de la apicultura y análisis de participación tendencias y pronósticos de crecimiento (2024-2029).

<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/apiculture-market>.

EMR Informes de expertos, (2024). Mercado Global de Miel — Por Procesamiento (Orgánica, Convencional); Por Aplicación (Alimentación y Bebidas, Cuidado Personal y Cosmética, Productos Farmacéuticos, Otros); Por Canal de Distribución (Negocio a Negocio, Negocio a Consumidor); Por Región (América del Norte, Europa, Asia Pacífico, América Latina y Medio Oriente y África); Dinámica del Mercado (2024-2032) y Panorama Competitivo.

<https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-miel>.

Greenpece; Reyes Tirado, Gergely Simon y Paul Johnston (2013) El declive de las abejas: Peligros para los polinizadores y la agricultura de Europa. Unidad Científica de Greenpeace, Universidad de Exeter, Reino Unido

Sanchez, C.; Castignani, H.; Rabaglio, M., INTA (2018). El Mercado Apícola Internacional

INTA y Ministerio de Agroindustria Argentino (2018), Manual de apicultura. Provincia de Buenos Aires

Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca Argentino (2020). Síntesis Apícola 2020

Ministerio de Hacienda Argentino (2018). Cadenas de valor apícola. ISSN 2525-0221

Cecilia Dini Enrique L. Bedascarrasbure María Belén Bedascarrasbure Natalia Bulacio Cagnolo Carlos Gustavo Cabrera Javier Caporgno Gerardo Gennari Laura Gurini Luis M. Maldonado Germán Masciangelo Pablo Joaquín Moja María Alejandra Palacio Daniel Hernan Poffer Graciela Rodríguez. Modulo 1, el ambiente y las abejas Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA.

Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía (2017). Seguridad laboral en la actividad apícola.

Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía (2017). Seguridad laboral en la actividad apícola.

Lucas a Garibaldi, Carolina I Morales, Lorena Ashworth, Marcelo a Aizen, (2012). Los polinizadores en la agricultura.

Pier Paolo Danieli, Nicola Francesco Addeo, Filippo Lazzari, Federico Manganello y Fulvia Bovera (2023) Sistemas de apicultura de precisión: estado del arte, pros y contras, y su aplicación como herramientas para avanzar Sector Apícola. Departamento de Agricultura y Ciencias Forestales (DAFNE), Universidad de Tuscia, Via SC de Lellis snc, Viterbo, Italia. Departamento de Medicina Veterinaria y Producción Animal, Universidad de Napoli Federico II, Via F. Delpino, Napoli, Italia

Fiona Edwards-Murphy, Michele Magno, John O'Halloran, Emanuel Popovici (2016) B+WSN: Colmena inteligente con análisis de árbol de decisión preliminar para agricultura y seguimiento de la salud de las abejas. Computación y Electrónica en la Agricultura

Loeza, Salgado, Avila, Escalera, Carmona, (2020).Eficacia del timol sobre Varroa sp y Nosema sp en colmenas utilizadas para fecundación en México Cs. Biolog. Agropec. Univ. Autón. Nayarit, Xalisco, México. 2 Unid. Med. Vet. Zoot. Nayarit, 3 Univ. Guanajuato, México. ISSN (papel): 1668-4834

Marek Urban y Róbert Chlebo (2024) Estado actual y perspectivas futuras de los sistemas y servicios de apicultura de precisión. 1Universidad Eslovaca de Agricultura en Nitra, Facultad de Agrobiología y Recursos Alimentarios, Instituto de Ciencias Animal Ganadería, Tr. A. Hlinku 2, Nitra, Eslovaquia

Secretaría de Agricultura y Ganadería (2005) Manual Técnico de Apicultura. Tegucigalpa, M. D. C. 2005 Honduras, C. A