

# COLECCIÓN DE INFORMES DE VIGILANCIA ESTRATÉGICA AGROFORESTAL

 Fundación  
General CSIC

## Bosque Innova



## BOSQUE INNOVA

# PATENTES, PROYECTOS Y EMPRESAS DE COLMENAS INTELIGENTES

Financiado por:



El proyecto Bosque Innova cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea a través de los fondos NextGeneration EU.



Plan de Recuperación,  
Transformación  
y Resiliencia



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU

## Contenido

Resumen .....	4
Metodología de análisis.....	4
Objetivos del informe.....	6
Apicultura en España .....	7
Colmenas inteligentes.....	8
Análisis de mercado .....	10
Sector industrial.....	12
BeeHero.....	12
Nectar Technologies .....	13
Beewise Technologies .....	14
BeeMate .....	15
ApiagoHive .....	15
Bee Smart Designs.....	16
Paradise Honey .....	16
MyBee-Hive .....	17
Hyper Hive .....	18
Global Bee Project.....	18
Bee Hive Monitoring .....	19
Apis Protect .....	20
Brood Minder .....	20
Bee Built .....	21
Arnia Perfetta.....	22
Bee Futures .....	22
Patentes .....	24
Artificial intelligence bee-keeping method and its System base on cloud computing .....	24
A kind of bee colony monitoring system based on artificial neural network ..	25
Beehive Monitoring System .....	25
Smart Beehive .....	26
Agricultural monitoring system using image analysis.....	27
Automatic beehives .....	27
Honeybee monitoring system for monitoring bee colonies in a hive .....	28

Control and monitoring system for pesticide and harmful bee drugs in bee hives.....	29
Proyectos .....	30
Nutramiel .....	30
World Bee Project.....	31
BeeProject .....	31
IoBee .....	32
Abella Tech .....	33
Reactiva Brañosera .....	33
HiveLink .....	34
ApiNet Earth .....	35
IntelliBeeHive.....	35
WBee .....	36
Situación actual en España .....	38
Conclusiones.....	39
Bibliografía .....	41

## Resumen

Este informe ofrece una visión actualizada del ecosistema de colmenas inteligentes y lo contextualiza en la apicultura española. Integra un capítulo sintético sobre especie y práctica apícola, con foco en *Apis mellifera iberiensis*, sistemas de colmena (Layens, Langstroth, Dadant, referencias tradicionales) y principales productos (miel, cera, polen, propóleo, jalea real, apitoxina), y un análisis tecnológico de mercado de soluciones de sensorización, conectividad y analítica.

En España, el sector mantiene un censo elevado (2.803.668 colmenas en marzo-2024 y 2.783.285 en marzo-2025), con alta trashumancia y marcada heterogeneidad regional. Los datos sanitarios reflejan mortalidad invernal media del 18,7 % (2022–2023), lo que subraya la necesidad de diagnóstico temprano y manejo basado en datos. El panorama internacional muestra una transición desde la monitorización (T/H, peso, acústica, CO<sub>2</sub>) hacia la actuación automática y la analítica avanzada (IA/visión), sobre arquitecturas que combinan sensores internos, LoRa o red móvil, y plataformas web/móvil con paneles e interoperabilidad variable.

Las patentes recopiladas confirman tres vectores: (1) integración multisensor y computación en la nube; (2) creciente uso de visión por computador y modelos predictivos; (3) paso a sistemas electromecánicos (ventilación, compuertas, feeding) que cierran el bucle de control. En proyectos, coexisten pilotos municipales y académicos con iniciativas sectoriales y redes internacionales (p. ej., IoBee, WBee, IntelliBeeHive, ApiNet Earth), que validan aplicaciones en trazabilidad, eficiencia y sanidad.

**Conclusiones:** La adopción en España progresiona, pero está condicionada por TCO (capex/opex), conectividad rural, interoperabilidad y capacitación. El mayor retorno esperado se concentra en detección temprana (varroa/enjambrázón), optimización del manejo y trazabilidad. La alineación con estándares abiertos y APIs es crítica para escalar.

**Recomendaciones:** Desplegar pilotos evaluables en zonas trashumantes; apoyar costes recurrentes e interoperabilidad (compra pública innovadora y ayudas); impulsar formación digital; y fijar KPIs cuantitativos (mortalidad invernal, productividad por colmena, tiempo de respuesta ante alertas, retorno económico) para orientar decisiones de inversión y escalado.

## Metodología de análisis

El presente informe se ha elaborado mediante un proceso sistemático de recopilación, análisis y comparación de información técnica, comercial y

científica sobre tecnologías aplicadas a la apicultura inteligente. La metodología empleada ha combinado fuentes documentales, estudio de mercado, revisión de patentes y análisis de proyectos, con el objetivo de ofrecer una visión estructurada, actualizada y útil para la toma de decisiones.

### Identificación de fuentes y criterios de selección

Se ha realizado una revisión exhaustiva de fuentes nacionales e internacionales, incluyendo:

- Documentación técnica publicada por empresas del sector.
- Informes institucionales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).
- Proyectos de I+D financiados con fondos europeos (Horizonte 2020, INTERREG, etc.).
- Bases de datos de patentes (USPTO, EPO, CNIPA, KIPO).
- Informes técnicos del Programa Nacional de Vigilancia de Pérdidas de Colonias de Abejas.
- Artículos científicos, presentaciones sectoriales y literatura gris.

Los criterios de selección se han basado en la relevancia tecnológica, la aplicabilidad directa en contextos apícolas, el nivel de madurez comercial y la disponibilidad pública de información verificable.

### Análisis del panorama tecnológico

Se ha realizado una clasificación y evaluación de soluciones de colmenas inteligentes a partir de cinco dimensiones clave:

- Sensorización: tipo, ubicación y número de sensores instalados en la colmena.
- Conectividad: tecnologías empleadas (GSM, LoRa, Wi-Fi, Bluetooth, etc.).
- Plataformas digitales: funcionalidad, visualización de datos y alertas.
- Capacidades analíticas: uso de algoritmos, predicción, inteligencia artificial.
- Autonomía energética: alimentación por batería, solar o combinada.

Cada tecnología ha sido analizada de forma individual y comparada en una tabla resumen, considerando aspectos como el modelo económico (precio, suscripción, mantenimiento), su grado de implantación, escalabilidad y facilidad de uso.

### Estudio de mercado y benchmarking internacional

Se ha realizado un mapeo de empresas activas en el sector, incluyendo actores consolidados y emergentes. Para cada empresa, se han sintetizado los

elementos clave: país de origen, modelo de comercialización, productos principales y características técnicas. Este ejercicio ha permitido construir un benchmarking comparativo entre soluciones, evaluando su posición en el mercado y su diferenciación funcional.

#### Revisión de proyectos relevantes

Se han documentado iniciativas de investigación, innovación y desarrollo tecnológico tanto a nivel nacional como internacional. Los proyectos seleccionados reflejan diversas aproximaciones al problema: trazabilidad alimentaria, monitorización sanitaria, conservación de polinizadores o digitalización rural. Se ha incluido una descripción individual de cada uno, recogiendo sus objetivos, tecnologías aplicadas, actores participantes y ámbito de actuación.

#### Revisión de patentes

Se ha llevado a cabo una selección de patentes significativas en materia de colmenas inteligentes, priorizando aquellas centradas en sistemas de automatización, análisis mediante inteligencia artificial o modelos predictivos. Cada patente se ha interpretado en términos funcionales, extrayendo su aplicabilidad práctica y grado de innovación.

#### Análisis del contexto español

A partir de los datos oficiales disponibles y de la documentación técnica recogida, se ha elaborado un diagnóstico sobre el estado de la apicultura en España. Este apartado recoge tanto la dimensión productiva y estructural del sector como su grado de digitalización, barreras actuales, retos sanitarios y oportunidades de desarrollo.

## Objetivos del informe

Este informe tiene como finalidad comparar de forma sistemática las tecnologías vinculadas a las colmenas inteligentes disponibles actualmente en el mercado, tanto a nivel nacional como internacional. El análisis se centra en soluciones de sensorización, conectividad, abastecimiento energético, plataformas de datos y herramientas de análisis avanzado, incluida la inteligencia artificial.

El trabajo persigue evaluar estas soluciones según su grado de madurez tecnológica, su posicionamiento comercial y los casos de uso documentados. Asimismo, se ha procedido a identificar los principales actores del sector, incluyendo empresas, proyectos y proveedores tecnológicos, con el propósito de caracterizar las arquitecturas predominantes y detectar las barreras existentes y las oportunidades de adopción.

Los resultados se presentan en forma de comparación estructurada (benchmarking) y síntesis ejecutiva, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones en materia de selección tecnológica, así como de orientar posibles líneas de colaboración o estrategias de compra pública innovadora.

## Apicultura en España

La apicultura española se basa en la abeja melífera occidental (*Apis mellifera*), cuya subespecie autóctona y mayoritaria es la *Apis mellifera iberiensis* o “abeja negra ibérica”. Está ampliamente distribuida por toda la península y presenta rasgos morfológicos y genéticos propios documentados en trabajos de morfometría y caracterización, que la sitúan como la subespecie de referencia para la producción española y la práctica de la trashumancia.



Imagen 1. *Apis mellifera iberiensis*

España mantiene uno de los mayores censos apícolas de la UE y un alto grado de trashumancia (movilidad estacional de colmenas siguiendo floraciones). Según el REGA, en marzo de 2025 constaban 2.783.285 colmenas, con ≈79–80 % trashumantes; en marzo de 2024 se registraron 2.803.668 con el mismo porcentaje de trashumantes. Esta pauta sitúa a España entre los países con mayor profesionalización del sector apícola en Europa.

En contexto europeo, Eurostat estimó (series de granja, 2020) que España figuraba entre los países con más colmenas en la UE, junto con Italia y Grecia, si bien estas cifras de granja no capturan todo el parque nacional (metodología distinta).

En sanidad apícola, el Programa nacional de vigilancia reportó para 2022–23 una mortalidad invernal del 18,7 %, con variabilidad regional.

### Sistemas y tipos de colmena



Imagen 2. Colmena Layens

Conviven colmenas verticales (p. ej., Langstroth, Dadant) y horizontales. En España es característica la Layens (horizontal, de cuadros móviles), muy extendida por su facilidad de manejo y transporte en trashumancia (no requiere alzas melarias, caja grande con 10–14/12 cuadros según versión), documentada en manuales y guías técnicas (MAPA y CC. AA.).

Junto a los modelos modernos, persisten referencias etnográficas de colmenares tradicionales (truébanos, trobos, caxiellos) en el noroeste peninsular (Galicia, Asturias, Castilla y León).

### Productos de la apicultura

Los productos principales son miel y cera, y se comercializan además polen, propóleo, jalea real y apitoxina, entre otros. La literatura técnica (MAPA) y FAO recogen sus usos alimentarios, cosméticos y medicinales (apiterapia), así como su integración en cadenas de valor con valor añadido. A nivel estadístico nacional, los informes oficiales incluyen desgloses de miel y cera por CCAA.

Imagen 3. Distintos productos de la apicultura

Producto	Uso principal	Obtención
Miel	Alimentación	Extracción/centrifugado
Cera	Cosmética/industrial	Fusión de opérculo/panal
Polen	Suplementación	Trampas de polen
Propóleo	Sanitarios/cosmética	Rasquetas/mallas
Jalea real	Nutraceutical	Cosecha realeras
Apitoxina	Terapéutico	Extracción controlada

Tabla 1. Resumen de los principales productos de la apicultura

## Colmenas inteligentes.



Se considera colmena inteligente aquel sistema integrado que incorpora sensores, como los de temperatura y humedad internas, peso, sonido o, en algunos casos, dióxido de carbono y visión artificial, conectividad mediante redes

móviles o de baja potencia, y una plataforma digital para la monitorización remota y el análisis del estado de la colonia, con inclusión de herramientas de análisis avanzado o inteligencia artificial.



Imagen 4. Colmena inteligente

Estas soluciones se enmarcan en la apicultura de precisión, al permitir un cambio de modelo: del manejo reactivo tradicional a un enfoque proactivo basado en datos. En las configuraciones más habituales, los sensores de temperatura, humedad y peso

informan sobre el microclima interno y el flujo de néctar, mientras que los micrófonos permiten el análisis acústico del comportamiento de la colonia. La información recogida se transmite en tiempo real a plataformas digitales accesibles desde aplicaciones móviles o paneles web, con capacidad de generar alertas automáticas.

Algunos sistemas comercializados actualmente combinan distintos sensores, temperatura de cría, humedad, peso y acústica, en cada colmena, e incluyen notificaciones ante golpes o movimientos inusuales. Estas funciones contribuyen a reducir visitas innecesarias, detectar anomalías de forma temprana y planificar intervenciones de forma más eficiente.

Entre los usos más habituales de las colmenas inteligentes destacan:

- La priorización de intervenciones en colmenas en riesgo, reduciendo desplazamientos presenciales.
- La detección temprana de incidencias, como pérdidas de peso repentina, desviaciones térmicas o actividad acústica anómala.
- La mejora en la planificación logística de las inspecciones y traslados.
- El apoyo a la toma de decisiones agronómicas, como la ubicación óptima de las colmenas según la floración y las condiciones locales.

Estudios recientes subrayan que la monitorización continua, no invasiva y multimodal, combinando peso, condiciones internas, sonido e imagen, permite identificar patrones relacionados con la pérdida de la reina, procesos de enjambrazón o debilitamiento progresivo de la colonia. Estas capacidades se consideran ya elementos habituales en el conjunto de herramientas digitales

aplicadas a la apicultura moderna, y presentan un nivel de madurez tecnológica cada vez mayor en el mercado internacional.

## Análisis de mercado

### Panorama internacional

Las principales fuentes especializadas coinciden en señalar que el mercado de las colmenas inteligentes se encuentra en fase emergente y presenta un alto potencial de crecimiento. Se estima que la tasa de crecimiento anual compuesta (indicador que refleja el ritmo medio al que crece una variable durante un periodo determinado, expresado en porcentaje anual) se situará entre el 14 y el 16 % a lo largo de la próxima década. En concreto, el informe de Lucintel fija esta tasa en un 14,1 % para el periodo comprendido entre 2025 y 2031, en el contexto del mercado global de colmenas inteligentes. Este crecimiento se ve impulsado por la necesidad de incrementar la eficiencia en el sector apícola y por la incorporación de soluciones agro-digitales basadas en datos.

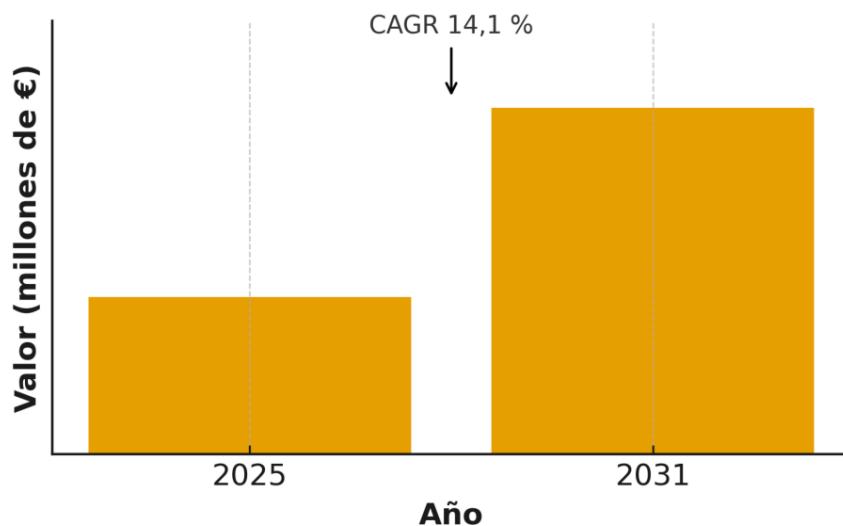


Gráfico 1. Evolución del mercado de las colmenas inteligentes

Según estimaciones de la consultora Dataintelo, el volumen de mercado previsto para el año 2024 alcanzaría los 165 millones de dólares, lo que equivale aproximadamente a 155 millones de euros. Se prevé una tasa de crecimiento del 15,7 % anual hasta el año 2033, lo que situaría el mercado en torno a los 450 millones de euros. Algunos estudios específicos desglosan este crecimiento por segmentos, atribuyendo alrededor de 92 millones de euros al ámbito de la monitorización y cerca de 117 millones de euros al subsegmento de visualización mediante pantallas electrónicas.

Este crecimiento sostenido se acompaña de una progresiva diversificación del mercado en función de los componentes tecnológicos: sensórica, conectividad, plataformas digitales y sistemas de visualización.

Entre los principales factores de impulso destacan:

- La digitalización de la apicultura, que permite reducir visitas presenciales y obtener alertas remotas.
- La presión sanitaria, especialmente por la presencia del ácaro *Varroa destructor* y la mortalidad invernal.
- La disponibilidad de redes de comunicación de bajo consumo (como NB-IoT, 4G y LoRaWAN).
- La entrada de nuevos actores del sector agro-tecnológico y de servicios de polinización basados en datos, como los modelos de polinización como servicio.

Entre las barreras para su adopción generalizada se encuentran la fragmentación del mercado, la sensibilidad al coste por unidad de colmena y las diferencias normativas entre países. Asimismo, debe tenerse en cuenta que parte de los estudios consultados no son de acceso público o no especifican su metodología, por lo que las cifras ofrecidas deben interpretarse como estimaciones orientativas, aunque coincidentes en los órdenes de magnitud y tendencia.

#### Panorama nacional

España ocupa una posición destacada dentro de la Unión Europea en cuanto a volumen de colmenas y nivel de profesionalización del sector, lo que configura un contexto especialmente favorable para la adopción de tecnologías inteligentes aplicadas a la apicultura.

En marzo de 2024, se encontraban registradas 2.803.668 colmenas según los datos del Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA), de las cuales se estima que aproximadamente el 80 % se gestionan en régimen de trashumancia. Esta cifra representa en torno al 16 % del total de colmenas de la Unión Europea, de acuerdo con los datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Durante la campaña apícola de 2024, la producción de miel experimentó un crecimiento del 20 %, alcanzando las 33.134 toneladas, tras dos años consecutivos marcados por la sequía. Esta recuperación podría favorecer nuevas inversiones en eficiencia operativa y en sistemas de monitorización remota.

Entre los principales factores que favorecen la implantación de colmenas inteligentes en España se encuentran:

- El tamaño y dispersión del parque de colmenas.

- El elevado peso del apicultor profesional dentro del sector.
- El despliegue de redes de comunicación IoT (conjunto de tecnologías que permite la interconexión de objetos físicos con la red para recoger, transmitir y procesar datos de forma remota) por parte de los operadores, lo que mejora la conectividad en zonas rurales.

No obstante, también se identifican diversos elementos que limitan la expansión de estas soluciones:

- Una presión sanitaria elevada, con tasas de mortalidad invernal superiores al 10 %, consideradas problemáticas.
- Unos costes de operación crecientes, especialmente derivados del combustible utilizado en la trashumancia.
- Una alta sensibilidad al retorno de la inversión por colmena, lo que ha fomentado modelos de suscripción o prestación de servicios frente a inversiones de capital inicial elevadas.

En conjunto, España presenta un entorno con alto potencial para la digitalización del sector apícola, condicionado por factores económicos, técnicos y sanitarios que determinan el ritmo y la escala de adopción tecnológica.

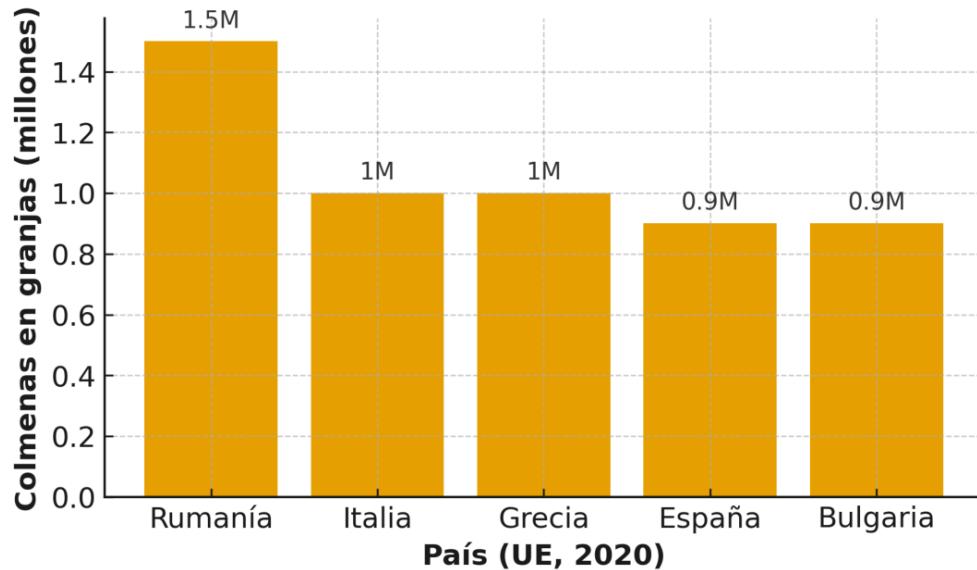


Gráfico 2. Número de colmenas por País de la Unión Europea.

## Sector industrial

BeeHero

<https://www.beehero.io/>

BeeHero es una empresa agrotecnológica con sede en Estados Unidos e Israel, cuya actividad se ha centrado en la polinización de precisión mediante sistemas de sensorización IoT y análisis de datos. Su tecnología ha sido orientada tanto a apicultores como a agricultores, integrando el seguimiento de colmenas con la optimización de cultivos.

Su propuesta se estructura en dos soluciones principales:

- **In-Hive:** sistema basado en sensores instalados dentro de las colmenas, que permite monitorizar en tiempo real variables como temperatura, humedad y actividad acústica, con el fin de evaluar la salud y el comportamiento de las abejas.
- **In-Field:** conjunto de sensores situados en el entorno del cultivo que permite medir la actividad polinizadora de las abejas, generando métricas útiles para los agricultores y facilitando la toma de decisiones sobre el manejo del cultivo.

Ambas soluciones están conectadas a una plataforma digital centralizada, donde los datos recogidos se procesan para generar alertas, informes y recomendaciones orientadas a mejorar el rendimiento agrícola y la salud de las colonias.

En cuanto al modelo económico, BeeHero no comercializa el hardware directamente, sino que adopta una modalidad de servicio por suscripción, sin coste inicial de adquisición. El precio del servicio se establece en función de la superficie cultivada. De acuerdo con estimaciones del sector, el coste medio por hectárea se sitúa entre **19 y 28 euros mensuales**, dependiendo del tipo de cultivo y la ubicación geográfica.

## Nectar Technologies

<https://www.nectar.buzz/en/>

Nectar Technologies es una empresa canadiense especializada en el desarrollo de soluciones digitales para la gestión apícola, orientadas a facilitar el seguimiento operativo de colmenares a través de herramientas de sensorización, conectividad y análisis de datos.

La plataforma de Nectar combina sensores instalados en las colmenas con una aplicación móvil que permite al apicultor registrar actividades, recibir alertas y consultar indicadores clave del estado de las colonias. Sus sensores monitorean variables como temperatura, peso y nivel de sonido, y los datos se transmiten a través de redes móviles hacia un sistema centralizado donde se procesan para ofrecer recomendaciones automatizadas.

Una de sus soluciones más representativas es el **sensor Hive Monitor**, que se instala en el fondo de la colmena y permite obtener información continua sin necesidad de intervención directa. Esta información se integra con la aplicación digital, que centraliza el historial de cada colmena y permite planificar visitas, tratamientos y revisiones.

En cuanto al modelo económico, Nectar combina la venta del dispositivo físico con una cuota de suscripción anual para acceder a la plataforma digital. El sensor tiene un coste aproximado de **250 euros por unidad**, mientras que el acceso a la plataforma requiere un abono anual de **cerca de 70 euros por colmena**. La empresa ha centrado su actividad principalmente en Canadá y Estados Unidos, aunque ha iniciado procesos de expansión hacia Europa.

## Beewise Technologies

<https://beewise.ag/home>

Beewise Technologies es una empresa con sede en Israel, centrada en la automatización de la gestión apícola mediante el uso de robótica, visión artificial y sistemas autónomos de intervención. Su propuesta principal es el desarrollo de una colmena robotizada denominada *Beehome*, que integra múltiples tecnologías en una sola unidad automatizada.

*Beehome* se presenta como una infraestructura apícola avanzada capaz de albergar hasta 24 colonias en compartimentos independientes. Cada módulo dispone de sensores ambientales, cámaras de alta resolución y sistemas robóticos internos que permiten realizar tareas como la alimentación automática, la recolección de miel o el tratamiento frente a enfermedades, todo ello sin intervención humana directa.

La supervisión de las colmenas se realiza de forma remota a través de una plataforma digital que centraliza la información recogida por los sensores. El sistema genera alertas, informes y diagnósticos automatizados que permiten al apicultor conocer en tiempo real el estado de cada colonia. Entre las funciones destacadas se encuentra la detección temprana de enjambrazón, pérdida de la reina y problemas sanitarios como la varroasis (Enfermedad parasitaria causada por el ácaro *Varroa destructor*, que afecta gravemente a las abejas y es una de las principales amenazas para la apicultura moderna).

El modelo de negocio se basa en un sistema de pago por servicio, sin necesidad de adquirir el equipo. El coste aproximado de uso de una unidad *Beehome* se sitúa entre **300 y 350 euros mensuales**, dependiendo del número de colmenas activas y los servicios contratados. Beewise ha recibido importantes inversiones internacionales y ha desplegado sus sistemas principalmente en Israel y Estados Unidos, aunque se encuentra en proceso de expansión hacia otros mercados.

## BeeMate

<https://beemate.buzz/>

BeeMate es una empresa alemana especializada en el desarrollo de sistemas de monitorización remota para colmenas, con un enfoque centrado en la simplicidad operativa y la accesibilidad para apicultores profesionales y semiprofesionales.

Su producto principal, denominado también BeeMate, consiste en un dispositivo compacto que se instala en la base de la colmena y recoge datos relativos al peso, la temperatura y la humedad interna. Estos datos se transmiten mediante redes móviles al centro de procesamiento, donde se analizan y visualizan a través de una plataforma digital accesible desde ordenadores o dispositivos móviles.

El sistema está diseñado para ofrecer una instalación rápida, sin necesidad de modificaciones en la estructura de la colmena. Incluye alertas automáticas para detectar pérdidas de peso bruscas, variaciones térmicas anómalas o interrupciones en la actividad de la colonia. Todo ello permite reducir el número de visitas in situ y mejorar la planificación de las tareas apícolas.

BeeMate combina la venta del dispositivo físico con un sistema de licencias anuales para el acceso a la plataforma digital. El coste aproximado del dispositivo es de **210 euros por unidad**, mientras que el acceso al servicio en línea tiene un precio medio de **35 euros anuales por colmena**. La empresa ha desarrollado su actividad principalmente en Alemania, Austria y Suiza, y ha iniciado contactos para su introducción en otros países europeos.

## ApiagoHive

<https://www.apiaghive.com/nous>

ApiagoHive es una empresa francesa centrada en la digitalización de la apicultura mediante soluciones de monitorización remota y análisis de datos. Su propuesta tecnológica combina sensores ambientales instalados en las colmenas con una plataforma en línea que permite gestionar de forma centralizada la información de los colmenares.

El sistema recopila datos sobre temperatura, humedad, peso y actividad acústica, que se transmiten en tiempo real a través de redes móviles o de baja potencia. Esta información se emplea para generar alertas ante situaciones críticas, como pérdida de peso repentina, inactividad prolongada o condiciones ambientales fuera del umbral óptimo. El objetivo es reducir visitas innecesarias, mejorar la detección temprana de problemas y optimizar la planificación de las tareas apícolas.

ApiagoHive ofrece su solución bajo un modelo mixto: el dispositivo físico se adquiere por un precio aproximado de **230 euros**, mientras que el acceso a la plataforma digital requiere una suscripción anual de **40 euros por colmena**. El sistema permite visualizar el estado de todas las colmenas en un único panel y exportar informes para su análisis o presentación. La empresa opera principalmente en Francia, aunque ha manifestado interés en expandirse hacia el sur de Europa.

## Bee Smart Designs

<https://www.beesmartdesigns.com/>

Bee Smart Designs es una empresa estadounidense centrada en la mejora del manejo apícola mediante soluciones de sensorización y monitorización remota. Su actividad se ha dirigido especialmente a pequeñas y medianas explotaciones, con énfasis en la facilidad de uso, el bajo mantenimiento y la escalabilidad del sistema.

El producto principal de la empresa es el dispositivo **BroodMinder**, que consiste en una serie de sensores autónomos colocados en el interior de la colmena, generalmente sobre los cuadros o en la base, según el modelo. Estos sensores permiten medir temperatura, humedad y peso, y almacenan los datos en memoria interna. La información puede transmitirse por Bluetooth o bien cargarse manualmente a través de una aplicación móvil cuando el apicultor se encuentra cerca de la colmena.

A diferencia de otras soluciones que requieren conectividad permanente, el sistema de Bee Smart Designs ha sido concebido para contextos donde no existe cobertura móvil o donde se desea reducir costes operativos. Además, permite almacenar datos durante semanas, lo que facilita el seguimiento periódico sin necesidad de visitas constantes.

El coste del sistema es relativamente bajo. Cada sensor tiene un precio de entre **35 y 120 euros**, dependiendo del tipo (temperatura, peso o combinado). El acceso a la plataforma digital básica es gratuito, aunque se ofrece una versión avanzada por suscripción a partir de **3 euros mensuales por colmena**. La solución está especialmente extendida en Estados Unidos y Canadá, con una comunidad activa de usuarios que comparte datos de forma abierta a través del sistema *BeeCounted.org*.

## Paradise Honey

<https://paradisehoney.fi/>

Paradise Honey es una empresa finlandesa con amplia trayectoria en el diseño y fabricación de equipamiento para la apicultura profesional. Su actividad se ha

centrado principalmente en maquinaria para la extracción y procesamiento de miel, aunque en los últimos años ha incorporado sistemas tecnológicos orientados a la monitorización y gestión digital del colmenar.

Su solución más destacada en el ámbito de las colmenas inteligentes es el sistema **Queen Bee Monitoring System**, que permite la supervisión remota del estado de las reinas mediante sensores instalados en colmenas especialmente adaptadas. El sistema monitoriza la temperatura interna, el nivel de actividad y el peso, con el objetivo de detectar con antelación problemas como la pérdida de la reina, la disminución de la puesta o señales de enjambrazón.

Paradise Honey comercializa este sistema como parte de una línea de colmenas completas, con integración de sensores y conectividad preinstalada. La información recogida se transmite a una plataforma digital desde la que el apicultor puede visualizar indicadores clave, consultar el historial de cada unidad y recibir alertas automatizadas. La empresa también ofrece opciones para adaptar colmenas ya existentes mediante kits de integración.

El precio de una colmena equipada con este sistema oscila entre **650 y 850 euros**, según el número de sensores y la configuración solicitada. El acceso a la plataforma es gratuito durante el primer año, y posteriormente requiere una suscripción de mantenimiento cuyo coste varía en función del volumen de colmenas gestionadas. La solución se ha implantado principalmente en países nórdicos y centroeuropeos, en explotaciones de mediana y gran escala.

## MyBee-Hive

<https://mybee-hive.com/>

MyBee-Hive es una empresa polaca especializada en soluciones de monitorización para colmenares, con un enfoque centrado en la facilidad de instalación y el bajo coste por unidad. Su objetivo ha sido desarrollar una herramienta accesible para apicultores profesionales y aficionados que permita conocer el estado de las colmenas sin necesidad de visitas constantes.

El sistema se basa en sensores que miden el peso, la temperatura y la humedad interna de la colmena. La información se transmite mediante redes móviles a una plataforma digital desde la que se pueden consultar los datos en tiempo real, configurar alertas y acceder al historial de cada unidad.

Una de las características distintivas de MyBee-Hive es la posibilidad de configurar el sistema para funcionar sin conexión continua, mediante el almacenamiento local de los datos y su descarga manual con dispositivos móviles durante las visitas. Esta opción permite adaptar el sistema a zonas con conectividad limitada o con necesidades específicas de gestión.

El coste del dispositivo básico se sitúa en torno a los **180 euros por unidad**, mientras que el uso de la plataforma digital es gratuito en su versión estándar. Se ofrece también una versión profesional con funciones avanzadas por una suscripción de **aproximadamente 25 euros anuales por colmena**. La solución se ha distribuido principalmente en Polonia y otros países de Europa Central, y ha recibido reconocimiento en ferias apícolas por su relación calidad-precio.

## Hyper Hive

<https://www.hyperhyve.com/>

Hyper Hive es una empresa rumana dedicada al desarrollo de colmenas inteligentes completamente automatizadas, con un enfoque centrado en la intervención remota y la reducción del trabajo manual en grandes explotaciones apícolas. Su propuesta integra componentes mecánicos, sensores y conectividad en una estructura compacta diseñada para operar de forma autónoma.

El sistema principal se basa en una colmena robotizada que incluye sensores para la monitorización ambiental, mecanismos automáticos para la alimentación, ventilación, control de temperatura y retirada de panales, así como una cámara interna para el seguimiento visual de la colonia. La información generada se transmite en tiempo real a una plataforma en línea que permite la supervisión remota y la planificación de tareas.

A diferencia de otras soluciones centradas exclusivamente en la sensorización, Hyper Hive ofrece un enfoque integrado que permite intervenir físicamente en la colmena sin necesidad de presencia humana, incluyendo tratamientos sanitarios, retirada de cuadros y mantenimiento básico.

El coste del sistema completo se sitúa en un rango elevado, con precios estimados a partir de **1.200 euros por unidad**, dependiendo de la configuración. Está dirigido principalmente a explotaciones de gran escala que buscan automatizar procesos y minimizar desplazamientos. La empresa opera en Rumanía y ha iniciado proyectos piloto en otros países europeos.

## Global Bee Project

<https://gbp4.com/>

Global Bee Project es una iniciativa con sede en Australia que combina investigación, conservación y desarrollo tecnológico orientado a la protección de las abejas y la mejora de las prácticas apícolas a escala global. Su actividad se ha centrado en la creación de sistemas de monitorización ecológicos y en la

generación de datos abiertos para apoyar tanto a apicultores como a científicos y responsables públicos.

La organización ha desarrollado un sistema de sensorización diseñado para operar con bajo consumo energético y reducido impacto ambiental, basado en módulos modulares que permiten medir variables como temperatura, humedad, nivel de sonido y actividad externa. Estos datos se recopilan mediante conectividad inalámbrica y se almacenan en una plataforma de acceso abierto, con el fin de facilitar el estudio colectivo de patrones de comportamiento y salud de las abejas.

A diferencia de otras empresas del sector, Global Bee Project no comercializa dispositivos directamente, sino que promueve el uso compartido de tecnología y datos a través de colaboraciones con universidades, ONG y redes de apicultores. Sus sistemas han sido utilizados principalmente en proyectos piloto y estudios de seguimiento en zonas rurales y entornos naturales protegidos.

El acceso a su plataforma de datos es gratuito y está orientado al uso científico y comunitario. La organización ha sido reconocida por su enfoque inclusivo, su compromiso con la sostenibilidad y su contribución al conocimiento abierto sobre las dinámicas de las colonias.

## Bee Hive Monitoring

<https://beehivemonitoring.com/?lang=es>

Bee Hive Monitoring es una empresa eslovaca especializada en soluciones de monitorización remota para colmenares, orientadas tanto a apicultores profesionales como a aficionados. Su propuesta combina dispositivos de sensorización con una plataforma digital accesible desde ordenador o aplicación móvil, diseñada para simplificar el seguimiento del estado de las colmenas.

El sistema registra datos clave como temperatura, humedad, peso y nivel de sonido, con capacidad para enviar alertas en tiempo real en caso de detección de anomalías. Los dispositivos funcionan mediante baterías de larga duración y se conectan a la red mediante tecnologías móviles o de baja potencia, como LoRa.

Una de las características destacadas de Bee Hive Monitoring es la posibilidad de visualizar en un mismo panel el estado de múltiples colmenas, lo que facilita la gestión de grandes explotaciones. Además, se ofrece un módulo específico para el seguimiento de enjambrazones y pérdida de la reina.

El precio del dispositivo básico es de aproximadamente **195 euros por unidad**, con una cuota adicional de **25 euros anuales por colmena** para el acceso a la plataforma digital. La empresa distribuye sus productos en varios países

europeos y ha establecido acuerdos con asociaciones apícolas para facilitar su adopción en contextos locales.

## Apis Protect

[https://www.eif.org/what\\_we\\_do/equity/Case\\_studies/efsi-apisprotect-ireland.htm](https://www.eif.org/what_we_do/equity/Case_studies/efsi-apisprotect-ireland.htm)

ApisProtect es una empresa irlandesa dedicada al desarrollo de soluciones tecnológicas para la monitorización remota del estado de las colmenas, con especial foco en la detección temprana de problemas sanitarios y en la reducción de pérdidas de colonias. Su sistema combina sensores internos con algoritmos de análisis basados en datos históricos y aprendizaje automático.

El dispositivo desarrollado por ApisProtect se instala dentro de la colmena y recoge información sobre temperatura, humedad, sonido y otros parámetros ambientales. Estos datos se transmiten automáticamente a una plataforma digital que analiza la actividad de la colonia y genera alertas ante signos de debilitamiento, ausencia de reina o riesgo de colapso.

La solución está orientada principalmente a explotaciones de mediana y gran escala, permitiendo priorizar visitas a las colmenas que presentan mayor riesgo y optimizar el trabajo operativo. La plataforma ofrece visualización georreferenciada del estado del colmenar, informes detallados y recomendaciones prácticas basadas en el análisis automatizado.

El dispositivo se ofrece bajo un modelo de suscripción por servicio, sin necesidad de compra inicial. El coste del servicio se estima en torno a **3,5 euros mensuales por colmena**, incluyendo el uso del sensor, el acceso a la plataforma y el soporte técnico. ApisProtect ha desarrollado su actividad principalmente en Irlanda, Reino Unido y Estados Unidos, y ha participado en proyectos de investigación europeos.

## Brood Minder

[https://eu.broodminder.com/es?srsltid=AfmBOoqBRjkpPSWYWIPxbSFuCh0dY9gV\\_XlcOrYQ0IOISMULjORIIIX44](https://eu.broodminder.com/es?srsltid=AfmBOoqBRjkpPSWYWIPxbSFuCh0dY9gV_XlcOrYQ0IOISMULjORIIIX44)

BroodMinder es una línea de productos desarrollada en Estados Unidos por la empresa Bee Smart Designs, centrada en la sensorización de colmenas mediante dispositivos de bajo coste, bajo consumo y fácil instalación. Está dirigida principalmente a apicultores que desean obtener datos de sus colmenas sin necesidad de realizar inversiones elevadas ni depender de conectividad continua.

Los dispositivos BroodMinder se colocan en el interior o la base de la colmena, y permiten registrar variables como temperatura, humedad y peso. Los datos se almacenan localmente y pueden descargarse a través de una aplicación móvil mediante conexión Bluetooth, lo que resulta útil en zonas rurales sin cobertura de red.

La gama incluye distintos modelos especializados: sensores de temperatura interna (modelo TH), sensores de peso (modelo W) y versiones combinadas. Además, los dispositivos son compatibles con un sistema de agregación de datos abierto, que permite a los usuarios compartir información de forma voluntaria a través de la plataforma *BeeCounted.org*, con fines científicos y comunitarios.

El coste de los sensores varía según el modelo, con precios que oscilan entre **35 y 120 euros por unidad**. El acceso a la aplicación básica es gratuito, y se ofrece una versión profesional con funciones adicionales mediante suscripción mensual opcional. BroodMinder ha logrado una amplia base de usuarios en Estados Unidos, Canadá y algunos países europeos, gracias a su enfoque accesible y modular.

## Bee Built

<https://beebuilt.com/>

Bee Built es una empresa estadounidense especializada en el diseño y fabricación de colmenas, herramientas y equipamiento apícola, con un enfoque centrado en la sostenibilidad, la durabilidad de los materiales y la adaptación ergonómica para el manejo cotidiano. Aunque su actividad principal no se orienta directamente a la sensorización o automatización, su papel en el sector se ha consolidado como proveedor de infraestructura apícola compatible con tecnologías inteligentes.

La empresa ofrece colmenas fabricadas en madera de origen sostenible, con diseños adaptados a distintos sistemas de manejo (Langstroth, Warre, Top-Bar) y accesorios modulares que permiten la instalación de sensores sin alterar la estructura básica de la colmena. Estas características han hecho que Bee Built sea una opción habitual para apicultores que buscan integrar monitorización tecnológica en colmenares tradicionales.

Además de colmenas, Bee Built comercializa materiales para el procesamiento de la miel, trajes de protección, herramientas de inspección y kits educativos. Si bien no desarrolla software ni sensores propios, ha establecido acuerdos de compatibilidad con varios fabricantes de dispositivos de monitorización, lo que ha favorecido su incorporación en proyectos de apicultura de precisión.

El precio de las colmenas varía según el modelo y los materiales utilizados, con un rango habitual entre **180 y 400 euros por unidad**. La empresa distribuye sus productos principalmente en Estados Unidos y Canadá, y ha comenzado a exportar a mercados europeos bajo pedido.

## Arnia Perfetta

<https://www.arniaperfetta.it/es/>

Arnia Perfetta es una empresa italiana centrada en el desarrollo de sistemas tecnológicos para la monitorización de colmenas, con especial atención a la calidad del entorno apícola y a la trazabilidad de la producción de miel. Su enfoque combina herramientas de sensorización con servicios digitales orientados tanto a apicultores como a consumidores finales.

La solución principal incluye sensores instalados en el interior de la colmena que permiten medir temperatura, humedad, peso y nivel sonoro. Los datos recogidos se transmiten a una plataforma digital que facilita el seguimiento continuo del estado de la colonia. Además, se integra un sistema de geolocalización y certificación de datos, con el objetivo de garantizar la autenticidad del producto y registrar de forma precisa las condiciones de producción.

Uno de los elementos diferenciadores de Arnia Perfetta es su sistema de trazabilidad, que permite a los consumidores escanear un código QR en el envase del producto para consultar el historial de la colmena de origen, incluyendo datos ambientales y sanitarios registrados durante el ciclo productivo.

El coste del sistema varía en función del número de sensores y servicios contratados, con un precio base de **aproximadamente 260 euros por colmena**, al que se suma una cuota anual por el uso de la plataforma y el sistema de certificación. La empresa opera principalmente en Italia, donde ha sido utilizada en proyectos de valorización de miel local y producción con sello de calidad.

## Bee Futures

<https://beefutures.io/>

Bee Futures es una iniciativa con sede en el Reino Unido que combina investigación académica, desarrollo tecnológico y divulgación sobre el papel de las abejas en los ecosistemas agrícolas. Su enfoque principal se centra en el diseño de herramientas de monitorización y análisis de datos aplicadas al comportamiento polinizador, más que en la gestión directa del colmenar.

El proyecto ha desarrollado sensores experimentales que permiten monitorizar la entrada y salida de abejas en las colmenas, así como su actividad de vuelo en el entorno inmediato. Estos datos se utilizan para estudiar patrones de

polinización, evaluar la influencia de variables ambientales y detectar posibles alteraciones causadas por pesticidas o enfermedades.

Los dispositivos empleados por Bee Futures no se comercializan de forma generalizada, ya que forman parte de plataformas de investigación colaborativa entre universidades, centros tecnológicos y redes de apicultores. La información recogida se integra en sistemas de análisis georreferenciado y se emplea para generar modelos predictivos sobre la salud de las colonias y el impacto de factores externos.

La actividad de Bee Futures se ha concentrado en el Reino Unido y ha recibido financiación pública para proyectos piloto en colaboración con instituciones científicas. Su contribución principal radica en la generación de conocimiento abierto y en la validación de tecnologías aplicadas a la conservación de polinizadores.

<b>Empresa</b>	<b>Origen</b>	<b>Precio / Modelo económico</b>	<b>Productos o características principales</b>
BeeHero	EE. UU. / Israel	Suscripción mensual (19–28 €/ha)	Sensorización in-hive y en campo, análisis para polinización
Nectar Technologies	Canadá	250 € + 70 €/colmena/año	Sensores internos + app móvil, gestión de colmenar
Beewise	Israel	300–350 €/mes	Colmena robotizada, automatización total, intervención remota
BeeMate	Alemania	210 € + 35 €/año	Sensor de base, alertas automáticas, gestión simple
ApiagoHive	Francia	230 € + 40 €/año	Sensores y plataforma digital, visualización remota
Bee Smart Designs	EE. UU.	35–120 € + 3 €/mes	Sensores autónomos, sin conexión permanente
Paradise Honey	Finlandia	650–850 €	Colmena robotizada con control de reina y sensores
MyBee-Hive	Polonia	180 € + 25 €/año	Sistema modular, opción sin conexión continua
Hyper Hive	Rumanía	Desde 1.200 €	Colmena automatizada, control completo y remoto

Global Bee Project	Australia	No comercial (acceso abierto)	Proyecto de datos abiertos, sensores ecológicos
Bee Hive Monitoring	Eslovaquia	195 € + 25 €/año	Gestión multicolmenar, alertas en tiempo real
ApisProtect	Irlanda	3,5 €/mes por colmena	Análisis avanzado, alertas sanitarias
Brood Minder	EE. UU.	35–120 €	Sensorización modular, descarga local vía Bluetooth
Bee Built	EE. UU.	180–400 €	Colmenas sostenibles, compatibles con sensores externos
Arnia Perfetta	Italia	260 € + suscripción variable	Monitorización + trazabilidad y certificación
Bee Futures	Reino Unido	No comercial	Investigación en polinización, sensores de entrada/salida

Tabla 2. Tabla resumen del sector industrial.

## Patentes

**Artificial intelligence bee-keeping method and its System base on cloud computing**

**Número de patente:** CN110264373A

**País:** China

La patente CN110264373A describe un sistema y método para la gestión apícola basado en inteligencia artificial y computación en la nube. El sistema propuesto combina sensores instalados en las colmenas con una red de procesamiento remoto que permite recopilar, analizar y visualizar datos en tiempo real.

El método incluye la recogida automática de datos relativos a la temperatura, humedad, peso, nivel sonoro y concentración de dióxido de carbono en el interior de la colmena. Estos datos se envían a una plataforma de análisis alojada en la nube, donde son procesados mediante algoritmos de inteligencia artificial para identificar patrones anómalos, prever eventos como la enjambrazón y sugerir intervenciones.

Una de las principales innovaciones de esta patente es la capacidad del sistema para aprender progresivamente del comportamiento específico de cada colonia, ajustando los umbrales de alerta según el historial individual. El sistema está

diseñado para escalarse a múltiples colmenas y puede integrarse con aplicaciones móviles para facilitar el acceso a los datos por parte del apicultor.

## A kind of bee colony monitoring system based on artificial neural network

**Número de patente:** CN108594678A

**País:** China

La patente CN108594678A propone un sistema de monitorización de colonias de abejas basado en redes neuronales artificiales. El objetivo principal del sistema es mejorar la capacidad de detección temprana de anomalías dentro de la colmena, reduciendo la dependencia de inspecciones manuales.

El sistema integra sensores capaces de medir temperatura, humedad, peso y sonido, cuyos datos se transmiten a una unidad de procesamiento local. A diferencia de otros enfoques que dependen de análisis estáticos o reglas predefinidas, este sistema aplica un modelo de red neuronal que aprende de los patrones registrados en cada colmena para identificar comportamientos fuera de lo normal.

La red neuronal permite analizar correlaciones complejas entre distintas variables, facilitando la predicción de eventos como la pérdida de la reina, cambios bruscos en la actividad o condiciones ambientales desfavorables. Además, el sistema puede ser configurado para enviar alertas automáticas al apicultor y generar informes de evolución.

El diseño contempla su aplicación tanto en colmenares individuales como en explotaciones a gran escala, y se presenta como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en la apicultura de precisión.

## Beehive Monitoring System

**Número de patente:** US20170079249A1

**País:** Estados Unidos

La patente US20170079249A1 describe un sistema de monitorización de colmenas diseñado para recoger y procesar datos sobre el estado de la colonia en tiempo real, con especial atención a la reducción de costes y a la facilidad de implementación en explotaciones apícolas de distinto tamaño.

El sistema incluye sensores que miden variables como temperatura, humedad, peso y actividad acústica dentro de la colmena. Estos sensores están

conectados a una unidad central que recopila los datos y los transmite de forma inalámbrica a una plataforma de análisis. Dicha plataforma permite al apicultor visualizar la información desde un dispositivo móvil o navegador web, generando alertas automáticas ante desviaciones significativas de los valores normales.

Una de las características distintivas de esta invención es su arquitectura modular, que permite añadir o quitar sensores según las necesidades específicas de cada colmena. Además, se contempla la integración de sistemas de geolocalización para el seguimiento de colmenas en régimen de trashumancia.

La patente también incluye métodos para procesar los datos históricos de cada colonia y comparar su rendimiento con el de otras colmenas del mismo entorno, con el fin de identificar tendencias y optimizar la gestión general del colmenar.

## Smart Beehive

**Número de patente:** KR102735256B1

**País:** Corea del Sur

La patente KR102735256B1 presenta una colmena inteligente diseñada para facilitar la monitorización remota y automática del entorno interno de la colonia, incorporando sensores, procesamiento de datos y conectividad integrada en una única unidad.

El sistema descrito incluye sensores para medir la temperatura, la humedad y el peso de la colmena, así como una cámara para la observación visual del comportamiento de las abejas. Toda la información recogida se transmite a través de redes inalámbricas hacia una plataforma de análisis, accesible por el apicultor en tiempo real.

Una de las innovaciones destacadas de esta patente es la integración de un sistema de ventilación automática, que se activa en función de los valores internos detectados, contribuyendo así a mantener condiciones óptimas sin intervención manual. El dispositivo también puede emitir alertas automáticas en caso de sobrecalentamiento, exceso de humedad o pérdida repentina de peso.

La estructura de la colmena está diseñada para facilitar la instalación de estos componentes sin interferir en la actividad natural de las abejas. Además, se contempla su alimentación mediante paneles solares, lo que refuerza su autonomía en entornos rurales.

## Agricultural monitoring system using image analysis

**Número de patente:** US20230380386A1

**País:** Estados Unidos

La patente US20230380386A1 describe un sistema de monitorización agrícola basado en el análisis de imágenes, aplicable también a colmenas y otros elementos del entorno agrario. Aunque no se limita exclusivamente al ámbito apícola, el sistema contempla su uso para evaluar el comportamiento de las abejas y el estado de las colonias mediante técnicas de visión artificial.

El dispositivo integra una cámara conectada a un procesador capaz de realizar análisis en tiempo real de imágenes captadas en la entrada de la colmena o en su interior. A través de algoritmos de reconocimiento visual, el sistema identifica patrones de movimiento, volumen de tráfico de abejas y posibles anomalías, como actividad reducida o bloqueos en el acceso.

Una de las funcionalidades destacadas es la detección de desviaciones en el comportamiento habitual de las abejas, que puede servir como indicador temprano de enfermedades, pérdida de la reina o condiciones ambientales adversas. La información recogida se envía a una plataforma digital que permite la visualización remota y la emisión de alertas automáticas.

Además, el sistema puede combinarse con otros sensores ambientales para complementar los datos visuales con información sobre temperatura, humedad o dióxido de carbono, mejorando así la capacidad de diagnóstico general.

## Automatic beehives

**Número de patente:** US20200315143A1

**País:** Estados Unidos

La patente US20200315143A1 describe un sistema de colmena automatizada diseñado para reducir la intervención manual y mejorar el control sobre las condiciones internas de la colonia. La invención propone una estructura de colmena que integra sensores, actuadores y componentes mecánicos controlados electrónicamente.

El sistema incluye sensores para monitorizar temperatura, humedad, peso y nivel de actividad. Además, se incorporan mecanismos automatizados capaces de realizar tareas como la ventilación, el suministro de alimento y la apertura de compuertas, en función de los datos recogidos por los sensores. Estas acciones se gestionan de forma remota a través de una plataforma digital que procesa los

datos en tiempo real y ejecuta órdenes predeterminadas o personalizables por el usuario.

Una de las particularidades de esta patente es la incorporación de un módulo de autolimpieza y mantenimiento interno, que permite reducir el riesgo de infecciones y acumulación de residuos sin necesidad de abrir la colmena. También se contempla el uso de energía solar para alimentar los sistemas electrónicos, favoreciendo su uso en ubicaciones rurales.

Este diseño está dirigido principalmente a explotaciones apícolas de tamaño medio y grande, interesadas en automatizar procesos rutinarios y reducir desplazamientos.

## Honeybee monitoring system for monitoring bee colonies in a hive

**Número de patente:** US6910941B2

**País:** Estados Unidos

La patente US6910941B2 presenta uno de los primeros sistemas documentados de monitorización continua de colonias de abejas en el interior de una colmena. Su diseño se centra en la recogida y análisis de datos ambientales y de comportamiento para ofrecer al apicultor una visión objetiva y constante del estado de la colonia.

El sistema está compuesto por sensores que registran parámetros clave como temperatura, humedad y nivel sonoro. Estos datos se procesan localmente y pueden ser almacenados o transmitidos a una unidad externa para su análisis. La finalidad principal es detectar variaciones bruscas que indiquen problemas como pérdida de la reina, reducción de actividad o deterioro de las condiciones ambientales internas.

La invención incluye un diseño de sensores de bajo consumo energético, concebidos para instalarse sin alterar el comportamiento de las abejas ni comprometer la ventilación natural de la colmena. También se prevé la posibilidad de incorporar alarmas visuales o sonoras para advertir al apicultor de cambios relevantes sin necesidad de conexión remota.

Si bien no integra funciones automatizadas ni aprendizaje automático, esta patente representa un precedente importante en el desarrollo de colmenas inteligentes, al introducir un enfoque estructurado de observación remota y continua.

## Control and monitoring system for pesticide and harmful bee drugs in bee hives

**Número de patente:** EP4210478A1

**País:** Unión Europea (registro centralizado)

La patente EP4210478A1 plantea un sistema de control y monitorización orientado específicamente a la detección de residuos de pesticidas y sustancias químicas nocivas en el interior de las colmenas. A diferencia de otros sistemas centrados en parámetros ambientales o de comportamiento, esta invención se focaliza en la identificación de contaminantes químicos que puedan afectar directamente a la salud de las abejas.

El sistema incluye sensores diseñados para detectar la presencia de compuestos orgánicos volátiles y otras sustancias químicas asociadas al uso de pesticidas o medicamentos apícolas inapropiados. Estos sensores pueden integrarse en la estructura de la colmena o colocarse en dispositivos portátiles para inspecciones puntuales.

Los datos recogidos son enviados a una unidad de procesamiento donde se comparan con niveles umbral predefinidos. Si se detectan concentraciones anómalas, el sistema genera alertas que permiten al apicultor intervenir de forma preventiva. Además, se contempla la integración del sistema con plataformas de trazabilidad, lo que facilita la documentación del historial químico de cada unidad productiva.

Esta patente responde a una creciente preocupación en el sector apícola por los efectos de la contaminación química en la mortalidad de colonias y la calidad de la miel, y se posiciona como una herramienta clave en estrategias de producción sostenible y certificación de calidad.

Código	País/Oficina	Año	Características principales
CN110264373A	CNIPA (China)	2019	Apicultura con <b>IA en nube</b> ; integración multi-sensor (T/H, peso, acústica, CO <sub>2</sub> ); enfoque predictivo.
CN108594678A	CNIPA (China)	2018	<b>Redes neuronales</b> para monitorización; detección temprana de anomalías; datos de T/H/peso/sonido.
US20170079249A1	USPTO (EE. UU.)	2017	Sistema modular de monitorización de colmenas; arquitectura escalable y de bajo coste.

KR102735256B1	KIPO (Corea)	2024	<b>Colmena inteligente</b> con control ambiental; ventilación automática; alertas por umbrales.
US20230380386A1	USPTO (EE. UU.)	2023	<b>Visión por computador</b> para actividad/imagen; reconocimiento y analítica visual.
US20200315143A1	USPTO (EE. UU.)	2020	<b>Colmena automática;</b> actuadores (ventilación/feeding/compuertas); energía solar.
US6910941B2	USPTO (EE. UU.)	2005	Pionera en monitorización continua pre-IoT; bajo consumo; T/H y acústica.
EP4210478A1	EPO (Europa)	2023	<b>Detección química</b> en colmena (pesticidas/fármacos); trazabilidad y seguridad.

Tabla 3. Resumen de las patentes.

## Proyectos

### Nutramiel

<https://nutramiel.cl/>

Proyecto español orientado al desarrollo de un sistema inteligente para la monitorización y trazabilidad de la producción apícola, con especial atención al control de calidad de la miel y a la prevención del fraude alimentario. La iniciativa ha sido impulsada por un consorcio de empresas tecnológicas y apícolas, con apoyo de financiación pública a través de programas de innovación.

El objetivo principal del proyecto ha sido crear una solución integral que permita seguir todo el ciclo productivo de la miel, desde la actividad de la colmena hasta el envasado final, integrando sensores físicos, plataformas digitales y sistemas de certificación. El sistema incluye dispositivos instalados en la colmena para medir variables ambientales y sanitarias, así como módulos de trazabilidad que garantizan el registro continuo y verificable de cada lote de producción.

Nuctramiel incorpora además herramientas de análisis de datos que permiten detectar desviaciones en los patrones normales de producción, identificar posibles contaminaciones o tratamientos indebidos y generar alertas automáticas en caso de riesgo. El sistema se complementa con una aplicación para el apicultor, desde la que puede consultar el estado de las colmenas, registrar intervenciones y validar las condiciones de producción exigidas por las normas de calidad.

Este proyecto se enmarca en la tendencia hacia la apicultura de precisión y la valorización del producto local, y representa un paso relevante hacia la digitalización del sector en España.

## World Bee Project

<https://worldbeeproject.org/>

Iniciativa internacional con sede en el Reino Unido, centrada en la conservación de las abejas y otros polinizadores mediante la aplicación de tecnologías digitales, análisis de datos y cooperación entre gobiernos, empresas y universidades. Aunque no se trata de un proyecto comercial en sentido estricto, su relevancia tecnológica y su enfoque multidisciplinar lo sitúan como una referencia en el ámbito de la apicultura inteligente.

Uno de los componentes más destacados del proyecto es el programa "**World Bee Project Hive Network**", una red de colmenas equipadas con sensores que recopilan datos en tiempo real sobre temperatura, humedad, actividad de vuelo y condiciones ambientales. Esta información se analiza mediante técnicas avanzadas de procesamiento de datos y aprendizaje automático, con el objetivo de detectar patrones de riesgo para las colonias y alertar sobre posibles factores de estrés, como la pérdida de hábitat, el uso de pesticidas o el cambio climático.

Los datos recogidos por esta red se integran en una plataforma centralizada accesible a investigadores, instituciones públicas y organizaciones medioambientales, favoreciendo la toma de decisiones basada en evidencia científica. El proyecto cuenta con el respaldo de universidades y empresas tecnológicas, y ha sido implementado en países como el Reino Unido, India y Brasil.

El **World Bee Project** representa un enfoque global y basado en ciencia de datos para la protección de polinizadores, combinando innovación tecnológica con sostenibilidad ecológica.

## BeeProject

[://beeproject.cl/](http://beeproject.cl/)

Iniciativa española orientada al impulso de la digitalización del sector apícola mediante el desarrollo de herramientas tecnológicas accesibles y adaptadas a las necesidades reales del apicultor. El proyecto ha sido promovido por entidades públicas y privadas dentro del marco de programas de innovación agroalimentaria, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la trazabilidad de la actividad apícola.

La solución desarrollada en el marco de BeeProject se estructura en torno a tres componentes principales: dispositivos de monitorización para colmenas, una plataforma digital para la gestión de datos y una aplicación móvil de uso diario. Los sensores instalados en las colmenas recogen datos sobre temperatura, humedad, peso y actividad, que se transmiten automáticamente a una base de datos centralizada.

La plataforma permite visualizar estos datos en tiempo real, generar alertas ante situaciones anómalas y planificar intervenciones en función del estado de cada colonia. Además, el sistema incorpora funciones específicas para el registro de tratamientos sanitarios, movimientos de colmenas y producción, lo que facilita el cumplimiento normativo y la generación de informes trazables.

BeeProject ha sido especialmente valorado por su enfoque práctico, su interfaz intuitiva y su capacidad para integrarse en explotaciones de diferentes tamaños. Ha sido desplegado en varias comunidades autónomas españolas, con resultados positivos en términos de reducción de visitas presenciales y mejora en la toma de decisiones.

## IoBee

<https://io-bee.eu/>

Proyecto europeo de investigación e innovación financiado por el programa Horizon 2020, cuyo objetivo principal ha sido el desarrollo de una red inteligente de monitorización apícola basada en tecnologías *IoT* (Internet de las cosas) para mejorar la salud de las abejas y apoyar la apicultura sostenible en Europa.

El proyecto se centró en el despliegue de sensores avanzados en colmenas distribuidas en distintos países europeos, que permiten registrar de forma continua parámetros clave como temperatura, humedad, peso, nivel sonoro y actividad de vuelo. Estos datos se transmiten a través de redes de baja potencia y se procesan en una plataforma digital centralizada que permite el seguimiento en tiempo real y la comparación entre ubicaciones geográficas distintas.

Una característica diferenciadora de IoBee es su enfoque científico y colaborativo. Los datos recogidos han sido utilizados tanto por apicultores como por investigadores para detectar riesgos sanitarios, evaluar los efectos del entorno y validar modelos predictivos sobre el comportamiento de las colonias. Además, el sistema está diseñado para facilitar su adopción por apicultores sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados.

El proyecto ha implicado a centros de investigación, asociaciones apícolas y pymes tecnológicas, y ha generado un conjunto de herramientas de código abierto que permiten continuar su desarrollo más allá del marco del proyecto.

original. IoBee ha sido implementado en países como Austria, Alemania, España y los Países Bajos.

## Abella Tech

<https://valencianovationcapital.com/tag/abella-tech/>

Proyecto español centrado en el desarrollo de soluciones tecnológicas para la monitorización inteligente de colmenas, con especial atención a la accesibilidad, la sencillez de uso y la integración con explotaciones apícolas de pequeño y mediano tamaño. El proyecto ha sido impulsado por una empresa emergente en colaboración con actores del sector agroalimentario gallego.

La solución propuesta se basa en un sistema modular de sensores conectados a una unidad de control que registra en tiempo real variables como temperatura, humedad, peso y frecuencia de sonido dentro de la colmena. Estos datos se transmiten mediante redes móviles a una plataforma digital donde pueden visualizarse de forma gráfica, consultar el historial y programar alertas automáticas.

Abella Tech ha desarrollado también una aplicación móvil específica para facilitar la supervisión remota de los colmenares y la toma de decisiones basada en datos objetivos. El sistema está diseñado para instalarse en colmenas convencionales sin necesidad de modificaciones estructurales, lo que facilita su adopción por apicultores sin experiencia previa en tecnologías digitales.

El proyecto ha sido probado en diversas ubicaciones del noroeste peninsular y ha contado con apoyo institucional a través de programas de digitalización del sector primario. Su desarrollo continúa en fase de expansión comercial, con especial interés en zonas rurales de difícil acceso y explotaciones trashumantes.

## Reactiva Brañosera

<https://www.fundacionavila.es/es/areas/proyectos/reactiva-branosera>

Proyecto de desarrollo rural impulsado en el municipio de Brañosera (Palencia), con el objetivo de fomentar la actividad apícola mediante la incorporación de tecnologías digitales y la creación de un modelo de apicultura sostenible vinculado al territorio. La iniciativa se enmarca en un plan más amplio de reactivación económica local y lucha contra la despoblación.

Dentro del componente apícola del proyecto, se ha apostado por la instalación de colmenas inteligentes equipadas con sensores de temperatura, humedad y peso, conectadas a una plataforma digital que permite el seguimiento remoto del estado de las colonias. Este sistema facilita la gestión técnica de los colmenares,

reduce la necesidad de desplazamientos y mejora la planificación de las tareas estacionales.

Además de la dimensión tecnológica, **Reactiva Brañosera** incluye acciones formativas dirigidas a nuevos apicultores, actividades de divulgación ambiental y el diseño de un circuito turístico en torno a la apicultura local. También se contempla la valorización de los productos obtenidos a través de estrategias de comercialización en circuito corto y etiquetado de calidad.

El proyecto ha contado con financiación pública y colaboración entre instituciones locales, entidades tecnológicas y cooperativas del entorno. Representa un ejemplo de cómo la digitalización apícola puede integrarse en estrategias de desarrollo rural con impacto social y económico directo en el territorio.

## HiveLink

<https://www.hivalink.com/>

Proyecto europeo centrado en el desarrollo de soluciones tecnológicas de bajo coste para la monitorización remota de colmenas, con el propósito de facilitar el acceso a herramientas digitales por parte de pequeños apicultores y cooperativas rurales. El proyecto ha sido desarrollado en el marco de programas de innovación agroambiental y cooperación transfronteriza.

La tecnología desarrollada consiste en una red de sensores instalados en las colmenas que recogen datos sobre temperatura, humedad, peso y sonido, transmitidos mediante conectividad LoRa o GSM a una plataforma central. Esta plataforma permite visualizar los datos en tiempo real, configurar alertas y generar informes automáticos. Uno de los enfoques clave del proyecto ha sido la simplicidad de uso y la autonomía energética del sistema, alimentado por paneles solares.

HiveLink también incorpora herramientas de geolocalización y cartografía digital para facilitar la gestión de colmenares distribuidos, así como funciones de planificación de visitas y registro de tratamientos sanitarios. El sistema ha sido diseñado para funcionar con infraestructuras limitadas, lo que lo hace especialmente útil en zonas rurales o de difícil acceso.

El proyecto ha sido implementado en fase piloto en varios países del sur de Europa, incluyendo España, Portugal y Grecia, y ha recibido una acogida positiva por parte de asociaciones apícolas que buscan modernizar sus operaciones sin incurrir en costes elevados.

## ApiNet Earth

<https://apisiberica.es/proyectos>

Proyecto internacional orientado a la creación de una red global de monitorización apícola con fines tanto científicos como productivos. Su principal objetivo es recopilar datos en tiempo real sobre la salud de las abejas, el impacto ambiental en las colmenas y los factores de riesgo asociados a la pérdida de polinizadores, mediante el uso de tecnologías digitales y conectividad global.

El sistema desarrollado por ApiNet Earth combina sensores físicos (temperatura, humedad, peso, acústica) con dispositivos de geolocalización y transmisión remota, conectados a una plataforma de análisis de datos que permite visualizar, comparar y compartir información entre regiones y países. A través de esta red, se pueden identificar tendencias globales relacionadas con enfermedades, efectos del cambio climático o uso de agroquímicos.

Uno de los pilares del proyecto es el acceso abierto a los datos, que pueden ser utilizados por apicultores, investigadores, administraciones públicas y organizaciones medioambientales para generar conocimiento y tomar decisiones informadas. Asimismo, se ha desarrollado una aplicación móvil para facilitar la participación ciudadana en la recogida y validación de información.

ApiNet Earth se encuentra en fase de expansión, con nodos activos en América del Norte, Europa y Asia. El proyecto promueve también el uso de estándares comunes para la sensorización y la interoperabilidad de plataformas, con el fin de construir un ecosistema digital apícola compartido a escala internacional.

## IntelliBeeHive

<https://bee.utrgv.edu/>

Proyecto de desarrollo tecnológico enfocado en la automatización y monitorización avanzada de colmenas mediante el uso de sensores inteligentes, procesamiento de datos en la nube e interfaces de usuario adaptadas a la gestión apícola profesional. El proyecto ha sido impulsado por un consorcio internacional con participación de centros de investigación y empresas del sector agro-tecnológico.

La solución diseñada combina sensores ambientales y acústicos con algoritmos de análisis basados en inteligencia artificial para detectar comportamientos anómalos, como la pérdida de la reina, la aparición de enfermedades o el inicio de enjambrazón. Los datos recogidos son enviados a una plataforma centralizada que permite la supervisión remota de múltiples colmenas desde un panel de control unificado.

Una de las principales innovaciones del proyecto es la incorporación de modelos predictivos que permiten anticipar cambios en la dinámica de la colonia y proponer intervenciones recomendadas al apicultor. El sistema también incluye una aplicación móvil desde la que se puede consultar el estado de las colmenas, recibir alertas y registrar acciones de campo.

**IntelliBeeHive** ha sido validado en distintos entornos climáticos de Europa Central y del Este, y se orienta principalmente a explotaciones apícolas medianas y grandes que buscan optimizar recursos y reducir pérdidas. El proyecto ha recibido financiación europea dentro del marco de digitalización del sector agropecuario.

## WBee

<https://www.agenciasinc.es/tag/WBee>

Proyecto español centrado en la monitorización digital de colmenas a través de sensores conectados y análisis de datos en tiempo real, con el objetivo de mejorar la productividad apícola y reducir la mortalidad de las colonias. La iniciativa ha sido desarrollada por una empresa tecnológica con experiencia en soluciones para el sector primario, y ha contado con el apoyo de programas de innovación regional.

El sistema WBee se compone de dispositivos de sensorización que miden parámetros como temperatura, humedad, peso y nivel acústico dentro de la colmena. Estos datos son transmitidos mediante tecnología móvil o LoRa a una plataforma en la nube que permite al apicultor consultar el estado de las colmenas desde cualquier dispositivo conectado.

La plataforma ofrece una interfaz sencilla e intuitiva, con visualización gráfica del comportamiento de cada colmena, alertas personalizables y un sistema de informes automatizados. Además, incluye funciones para el registro de tratamientos sanitarios, movimientos del colmenar y producción de miel, lo que facilita el cumplimiento normativo y la trazabilidad.

Una de las características destacadas de WBee es su enfoque modular y su compatibilidad con colmenares trashumantes, lo que ha favorecido su implantación en diversas explotaciones de Castilla y León, Galicia y otras comunidades autónomas. El sistema está orientado tanto a apicultores profesionales como a asociaciones que gestionan colmenares colectivos.

<b>Proyecto</b>	<b>País/ámbito</b>	<b>Madurez</b>	<b>Características principales</b>
IoBee	UE (H2020)	<b>Finalizado (2020)</b>	Red <b>IoT</b> multi-sensor (T/H, peso, sonido), <b>LPWAN</b> y plataforma de datos abiertos.
ApiNet Earth	ES / internacional	<b>En expansión</b>	Red de colmenas con <b>sensores, geolocalización, BI</b> y analítica predictiva.
The World Bee Project	UK / Global	<b>Operativo</b>	Conservación con <b>ML</b> y datos compartidos; programas sociales y tecnológicos.
Reactiva Brañosera	ES (local)	<b>Piloto operativo</b>	Digitalización apícola rural; sensores T/H/peso + plataforma de gestión.
AbellaTech (València)	ES (municipal)	<b>Piloto</b>	Sensores en tiempo real en colmenas de <b>Las Naves</b> ; demostrador urbano.
IntelliBeeHive (UTRGV)	US (académico)	<b>Prototipo avanzado</b>	<b>IA acústica</b> + nube para detección temprana; apoyo USDA.
WBee	ES	<b>Operativo</b>	Monitorización modular ( <b>LoRa/móvil</b> ), app y trazabilidad para ciencia y sector.
BeeProject	ES	<b>Operativo</b>	Gestión y trazabilidad; sensores + app; despliegues regionales.
Nuctramiel (Feysol Nature)	ES	<b>Piloto/Demostrador</b>	Valorización y sensorización aplicada; foco en ecosistema local.
IntelliBee / BeeKit (GBP)	UK / Global	<b>Operativo</b>	Kit de sensorización y monitorización ( <b>BeeKit</b> ); elegibilidad y soporte a usuarios.

Tabla 4. Resumen de los proyectos.

## Situación actual en España

España ocupa una posición destacada en el ámbito apícola europeo, tanto por volumen de producción como por número de explotaciones registradas. Según los últimos datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), en 2023 se contabilizaban más de **3,15 millones de colmenas** distribuidas en aproximadamente **30.700 explotaciones apícolas**, de las cuales el 79% operaban de forma profesional.

La **estructura del sector** es marcadamente heterogénea. Mientras que existen explotaciones de gran escala, la mayoría son de carácter familiar o cooperativo, muchas de ellas con un fuerte componente de trashumancia. Comunidades como **Andalucía, Castilla y León, Galicia, Extremadura y Comunidad Valenciana** concentran el mayor número de colmenas y apicultores.

Pese al peso económico y ecológico de la apicultura en el país, el **grado de digitalización del sector sigue siendo bajo**. Las soluciones de monitorización inteligente (colmenas conectadas, plataformas digitales, sensorización avanzada) no se han adoptado de forma masiva, permaneciendo restringidas a experiencias piloto, proyectos de innovación y algunas iniciativas privadas en explotaciones de mayor tamaño o con orientación comercial exportadora.

Entre las **principales barreras** identificadas para una adopción más amplia destacan:

- El **coste inicial** de los dispositivos de sensorización y plataformas asociadas.
- La **limitada cobertura de conectividad** en muchas zonas rurales.
- La **falta de formación técnica** y acompañamiento a los apicultores en la transición digital.
- La escasa **interoperabilidad entre soluciones** de distintos proveedores y su falta de integración con sistemas agrarios ya existentes.

No obstante, se constata un **creciente interés por parte de asociaciones apícolas, cooperativas y entidades públicas** en explorar las ventajas de las tecnologías inteligentes, especialmente para la reducción de pérdidas, mejora del control sanitario y trazabilidad productiva.

### Problemáticas actuales

El **Programa nacional de vigilancia de pérdidas de colonias de abejas** (MAPA, 2022–2023) ha identificado diversos retos sanitarios persistentes en el país:

- La **mortalidad invernal** media fue del **18,7 %**, con picos de hasta el **69,4 %** en algunas comunidades autónomas como La Rioja, y mínimos del **0 %** en Cantabria. Esta tasa es **muy superior al 10 %** considerado aceptable por los estándares europeos.
- La **varroosis**, causada por el ácaro *Varroa destructor*, continúa siendo el principal problema sanitario del sector. En otoño de 2022, se detectó presencia de este parásito en el **94 % de los apiarios** y en el **58,3 % de las colonias**. Aunque el 69,3 % de los apiarios presentaron niveles de infestación muy bajos ( $\leq 1 \%$ ) en primavera, persisten casos moderados a graves en un 4,9 % de los apiarios.
- También se han registrado casos de **nosemosis**, **loque americana** y presencia aislada de virus como el DWV (alas deformadas) y CBPV (parálisis crónica). No se han detectado parásitos exóticos como *Aethina tumida* o *Tropilaelaps spp.* hasta la fecha.

### Oportunidades

España cuenta con varios elementos favorables para impulsar la digitalización apícola:

- **Programas europeos de apoyo** a la innovación en el medio rural, como la Intervención Sectorial Apícola 2023–2027.
- Iniciativas autonómicas de **modernización del sector primario**.
- Un **ecosistema emergente de startups tecnológicas** que están desarrollando soluciones adaptadas a las necesidades del apicultor local.
- Interés creciente en la valorización del producto apícola con criterios de sostenibilidad, trazabilidad y origen, aspectos en los que las tecnologías digitales pueden aportar un valor diferencial.

La mejora de la **infraestructura digital en zonas rurales**, la estandarización de tecnologías, la **reducción del coste por dispositivo** y la formación técnica continua serán determinantes para que las colmenas inteligentes pasen de la excepción a la norma en el contexto español.

## Conclusiones

El análisis realizado permite extraer una serie de conclusiones relevantes sobre el estado actual, el potencial tecnológico y los retos asociados a la implementación de colmenas inteligentes tanto a nivel internacional como en el contexto español.

- Existe una amplia oferta tecnológica internacional, con soluciones de sensorización, conectividad, plataformas digitales y analítica avanzada en distintos grados de madurez. Estas tecnologías abarcan desde sistemas

básicos de monitorización hasta colmenas completamente automatizadas con funciones predictivas basadas en inteligencia artificial.

- El mercado está liderado por iniciativas privadas procedentes de países como Estados Unidos, Israel, Alemania, Francia y Canadá, con modelos de negocio basados en la venta directa de hardware, suscripciones a plataformas y servicios de análisis. Algunas soluciones han alcanzado un nivel de consolidación suficiente como para operar en mercados globales.
- En España, aunque el sector apícola es relevante en términos productivos y medioambientales, la adopción de tecnologías inteligentes sigue siendo limitada y fragmentada. Existen barreras económicas, técnicas y formativas que dificultan su despliegue a gran escala, especialmente en explotaciones pequeñas o trashumantes.
- El ecosistema nacional de innovación en apicultura inteligente está en fase emergente, con proyectos destacados como Nuctramiel, BeeProject, Abella Tech o WBee, así como investigaciones promovidas por universidades y centros tecnológicos. Sin embargo, todavía se requiere mayor coordinación, continuidad en la financiación y transferencia efectiva de soluciones al mercado.
- La revisión de patentes revela un campo activo de innovación en torno a la monitorización automatizada, el uso de redes neuronales y la integración de sensores con plataformas en la nube. Algunas tecnologías patentadas aún no se han implementado de forma comercial, pero apuntan a tendencias claras de futuro.
- En el plano sanitario, los informes oficiales confirman la persistencia de problemáticas estructurales como la varroosis, la elevada mortalidad invernal y la presencia de enfermedades secundarias. La sensorización y la analítica de datos pueden desempeñar un papel clave en la detección temprana y la prevención de estos riesgos.
- El apoyo institucional, a través de programas de digitalización del sector primario, fondos europeos y planes de modernización rural, ofrece una ventana de oportunidad para impulsar la adopción de estas tecnologías. Será clave reducir los costes de entrada, mejorar la interoperabilidad entre dispositivos y asegurar la formación técnica del sector.
- Por último, la implementación de colmenas inteligentes no debe concebirse únicamente como una herramienta de productividad, sino también como un instrumento estratégico para la sostenibilidad, la trazabilidad alimentaria y la conservación de polinizadores, especialmente en un contexto de cambio climático y presión sobre los ecosistemas.

# Bibliografía

## Introducción

- Abdollahi, M., et al. (2022). *Automated Beehive Acoustics Monitoring: A Comprehensive Review*. Applied Sciences (MDPI). Enlace: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/8/3920>
- Alto Tejo/ACAFA. (s. f.). *Los colmenares tradicionales del Noroeste de España* (estudio etnográfico). Enlace: <https://www.altotejo.org/>
- Arnia. (2014). *System Overview and Operation (datasheet)*. Enlace: <https://www.researchgate.net/.../download/Arnia%2BData%2BSheet%2BJan%2B14.pdf>
- CARM (Región de Murcia). (2009). *Iniciación a la apicultura* (guía técnica). Murcia: Consejería de Agricultura. Enlace: <https://www.carm.es/>
- Cota, D., et al. (2023). *BHiveSense: An integrated information system architecture for beehive monitoring*. Journal of Information Security and Applications (Elsevier). Enlace: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2199853123002123>
- De la Rúa, P., et al. (comp.). (s. f.). *Apis mellifera iberica/iberiensis: caracterización morfológica y genética* (compilación; Univ. de Córdoba). Enlace: <https://www.uco.es/>
- FAO. (s. f.). *Value-added products from beekeeping* (Cap. 1: productos primarios). Roma: FAO. Enlace: <https://www.fao.org/>
- Federación de Asociaciones de Apicultores (FAA). (s. f.). *Guía de buenas prácticas en la producción apícola* (2.<sup>a</sup> ed.). Enlace: <https://abejas.org/>
- Hadjur, H., et al. (2022). *Toward an intelligent and efficient beehive: A survey of IoT-based beekeeping*. Computers and Electronics in Agriculture (Elsevier). Enlace: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169921006219>
- *In-Hive sensors could help ailing bee colonies*. (2021). Scientific American. Enlace: <https://www.scientificamerican.com/article/in-hive-sensors-could-help-ailing-bee-colonies/>
- MAPA (Biblioteca). (2008). *Apicultura y producción de miel* (Documento de Trabajo n.<sup>º</sup> 28: productos de la colmena). Madrid: MAPA. Enlace: <https://www.mapa.gob.es/>
- MAPA (Biblioteca). (s. f.). *Apicultura* (manual histórico con descripciones de colmenas; Langstroth, Dadant, Layens). Madrid: MAPA. Enlace: <https://www.mapa.gob.es/>

- Šabić, J., et al. (2025). *Buzzing with Intelligence: A Systematic Review of Smart Beehive Technologies*. Sensors (MDPI). Enlace: <https://www.mdpi.com/1424-8220/25/17/5359>
- WIPO Green. (2021). *Remote monitoring and hive placement in changing flowering periods*. Enlace: [https://www3.wipo.int/wipogreen/en/news/2021/news\\_0027.html](https://www3.wipo.int/wipogreen/en/news/2021/news_0027.html)
- Zgank, A., et al. (2021). *IoT-Based Bee Swarm Activity Acoustic Classification Using Deep Neural Networks*. Sensors (MDPI). Enlace: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7863740/>

### Mercado

- Cinco Días / El País. (2025). *Plataforma IoT de Vodafone España: contexto de conectividad IoT en el país*. Enlace: <https://cincodias.elpais.com/>
- Dataintel. (2025). *Smart Beehive Monitoring Market Research Report 2033: Segmento de monitorización*. Enlace: <https://www.dataintel.com/>
- Dataintel. (2025). *Smart Beehives Market Research Report 2033: Estimaciones globales y CAGR*. Enlace: <https://www.dataintel.com/>
- Eurostat. (2023). *Beehive numbers in EU (EDN, 19-05-2023)*. Bruselas: European Commission. Enlace: <https://ec.europa.eu/eurostat>
- Lucintel. (2025). *Smart Beehive Market – Trends and Forecast (2025–2031)*. Enlace: <https://www.lucintel.com/>
- MAPA (España). (2024). *Indicadores económicos sector apícola 2023 (con datos REGA a marzo 2024)*. Madrid: MAPA. Enlace: <https://www.mapa.gob.es/>
- MAPA (España). (2024). *Programa de vigilancia 2022–2023: mortalidad invernal (límite de referencia del 10 %)*. Madrid: MAPA. Enlace: <https://www.mapa.gob.es/>
- MAPA (España). (2025). *Nota de prensa: La producción de miel en 2024 creció un 20 %*. Madrid: MAPA. Enlace: <https://www.mapa.gob.es/>
- MAPA (España). (s. f.). *Portal del sector apícola: peso relativo de España en la UE y profesionalización*. Madrid: MAPA. Enlace: <https://www.mapa.gob.es/>
- MarketIntel. (2025). *Smart Beehive E-Paper Display Market Research Report 2033: Subsegmento de visualización*. Enlace: <https://marketintelreports.com/>

### Empresas

- Apiago – Smart Hive. (s. f.). *Home / A unique autonomous beehive*. Enlace: <https://apiagohive.com/>
- ApisProtect (LinkedIn). (s. f.). *Company profile (descripción de producto)*. Enlace: <https://www.linkedin.com/company/apisprotect/>

- Bee Built. (s. f.). *About / Our Why* (*ubicación, dirección 2019, principios de sostenibilidad/FSC*). Enlace: <https://beebuilt.com/>
- Bee Hive Monitoring s.r.o. (2025). *Contact us — datos de empresa* (*Jelka, SK*). Enlace: <https://beehivemonitoring.com/contact-us/>
- Bee Smart Designs. (s. f.). *Productos y contacto* (*catálogo; "Where to buy"*). Enlace: <https://beesmartdesigns.com/>
- Beefutures. (s. f.). *Home — Bee health augmented* (*descripción y soluciones*). Enlace: <https://beefutures.io/>
- BeeHero. (s. f.). *Technology* (*sensores in-hive*) y *PIP* (*in-field*). Enlace: <https://www.beehero.io/>
- BeeMate. (s. f.). *BeeMate – Smart Beehive* (*sensores y conteo con IA*). Enlace: <https://www.beemate.buzz/>
- Beewise. (s. f.). *BeeHome™ overview* (*beneficios y funcionamiento*). Enlace: <https://www.beewise.ag/>
- BetaKit. (2019, 3 sep.). *Beekeeping tech startup Nectar raises \$1.1M CAD seed round*. Enlace: <https://betakit.com/>
- BroodMinder. (s. f.). *Every Hive Counts; Sensors; Products* (*T2/TH2, W/W3, hubs*). Enlace: <https://broodminder.com/>
- Dealroom. (s. f.). *Nectar Technologies — company profile* (*sede, tamaño*). Enlace: <https://dealroom.co/>
- Global Bee Project. (s. f.). *Monitoriza tus colmenas — BeeKit* (*funcionalidades y elegibilidad*). Enlace: <https://gbp4.com/>
- Hyper Hyve. (s. f.). *Insulated Hive with Integrated Monitoring; Modern Beehive*. Enlace: <https://hyperhyve.com/>
- MDT-ITALIA S.r.l. / Arnia Perfetta. (s. f.). *Sitio oficial (ES): tienda y contacto — Corso Vercelli, 117, 10015 Ivrea (TO), Italia*. Enlace: <https://arniaperfetta.it/es>
- Melifera (Zhengzhou) Technology Co., Ltd. (2025). *MyBee-Hive — Home / Company profile* (*52.000+ colonias, 9 bases, 20.000 m² GMP*). Enlace: <https://mybee-hive.com/>
- Modern Beekeeping (UK). (s. f.). *Paradise Honey – Extraction lines* (*precio ejemplo £23,160 para línea 18 marcos*). Enlace: <https://modernbeekeeping.co.uk/>
- Nectar. (s. f.). *Nectar — Digital operating system for beekeeping* (*producto y funcionalidades*). Enlace: <https://www.nectar.buzz/>
- Paradise Honey. (s. f.). *Home / Products* (*BeeBox, uncapping, extracting lines, wax press, mobile extracting*). Enlace: <https://paradisehoney.fi/>
- Soracom. (s. f.). *Nectar: protecting bees and crops with IoT and AI* (*Beecons, BeeHub, datos en tiempo real*). Enlace: <https://www.soracom.io/>
- Wheen Bee Foundation. (s. f.). *Live Bee Cam* (*demo pública*). Enlace: <https://www.facebook.com/>

## Patentes

- CN108594678A. (2018). *A kind of bee colony monitoring system based on artificial neural network.* Enlace: [https://patents.google.com/patent/CN108594678A/en?q=\(Intelligent+bee+hive\)&q=\(hive+sensor\)&q=\(beehive+monitoring\)](https://patents.google.com/patent/CN108594678A/en?q=(Intelligent+bee+hive)&q=(hive+sensor)&q=(beehive+monitoring))
- CN110264373A. (2019). *Artificial intelligence (AI) bee-keeping method and its system based on cloud computing.* Enlace: [https://patents.google.com/patent/CN110264373A/en?q=\(Intelligent+bee+hive\)&q=\(hive+sensor\)&q=\(beehive+monitoring\)](https://patents.google.com/patent/CN110264373A/en?q=(Intelligent+bee+hive)&q=(hive+sensor)&q=(beehive+monitoring))
- EP4210478A1. (2023). *Control and monitoring system for pesticide and harmful bee drugs in bee hives.* Enlace: <https://patents.google.com/patent/EP4210478A1/en?oq=EP4210478A1>
- KR102735256B1. (2024). *Smart beehive.* Enlace: <https://patents.google.com/patent/KR102735256B1/en?oq=KR102735256B1>
- US20170079249A1. (2017). *Beehive monitoring system.* Enlace: <https://patents.google.com/patent/US20170079249A1/en>
- US20200315143A1. (2020). *Automatic beehives.* Enlace: <https://patents.google.com/patent/US20200315143A1/en>
- US20230380386A1. (2023). *Agricultural monitoring system using image analysis.* Enlace: <https://patents.google.com/patent/US20230380386A1/en?oq=US20230380386A1>
- US6910941B2. (2005). *Honey bee monitoring system for monitoring bee colonies in a hive.* Enlace: <https://patents.google.com/patent/US6910941B2/en>

## Proyectos

- Agencia SINC. (2017, 31 ene.). *WBee: El ‘Gran Hermano’ toma la colmena (presentación y objetivos).* Enlace: <https://www.agenciasinc.es/>
- Apis Ibérica InnovaLAB. (2025). *Proyectos → ApiNet Earth: la colmena que cuida del planeta (sensores, BI, analítica predictiva, energía renovable y automatización).* Enlace: <https://apisiberica.es/>
- Ayuntamiento de València. (2024, 3 oct.). *Proyecto piloto AbellaTech: sensores para monitorizar en tiempo real las colmenas de Las Naves.* Enlace: <https://www.valencia.es/>
- BeeProject. (s. f.). *Home — “Saving the Future of the Bees – One hive at a time”.* Enlace: <https://beeproject.com/>
- Dsouza, A., et al. (2023). *HiveLink: an IoT-based Smart Bee Hive Monitoring System.* arXiv. Enlace: <https://arxiv.org/>
- Feysol Nature. (s. f.). *Proyecto Nuctramiel — Empresa / About (contexto corporativo y localización).* Enlace: <https://feysolnature.com/>

- Fundación Ávila. (s. f.). *Proyecto Reactiva Brañosera — objetivo, alcance y líneas de trabajo.* Enlace: <https://www.fundacionavila.es/>
- Fundación País Digital. (2025, 31 mar.). *Fundación País Digital y Qualcomm impulsan la apicultura del futuro con el proyecto Colmenas Conectadas.* Enlace: <https://paisdigital.org/>
- IoBee. (s. f.). *IoT application to monitor pollinators and their environment; cierre del proyecto (abril 2020).* Enlace: <https://io-bee.eu/>
- The World Bee Project. (s. f.). *Home / Our Work (misión, CIC, programas sociales y tecnología).* Enlace: <https://theworldbeeproject.org/>
- UTRGV. (s. f.). *IntelliBeeHive — descripción general, objetivos y patrocinio USDA.* Enlace: <https://bee.utrgv.edu/>

#### Situación actual en España

- La Tienda del Apicultor. (s. f.). *La rentabilidad de las explotaciones apícolas.* Enlace: <https://www.latiendadelapicultor.com/blog/la-rentabilidad-de-las-explotaciones-apicolas/>
- La Tienda del Apicultor. (s. f.). *Monitorización de colmenas.* Enlace: <https://www.latiendadelapicultor.com/blog/monitorizacion-de-colmenas/>
- MAPA (España). (2023). *Programa de vigilancia 2022–2023: informe de mortalidad invernal (PDF).* Madrid: MAPA. Enlace: [https://www.mapa.gob.es/dam/mapa/contenido/ganaderia/temas/sanidad-animal-e-higiene-ganadera/sanidad-animal/enfermedades/abejas/pnv-perdida-colonia-abejas/informeprogramavigilanciaabejas\\_2022-23.pdf](https://www.mapa.gob.es/dam/mapa/contenido/ganaderia/temas/sanidad-animal-e-higiene-ganadera/sanidad-animal/enfermedades/abejas/pnv-perdida-colonia-abejas/informeprogramavigilanciaabejas_2022-23.pdf)
- MAPA (España). (2024). *Indicadores económicos sector apícola 2023 (PDF).* Madrid: MAPA. Enlace: [https://www.mapa.gob.es/dam/mapa/contenido/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos-2/apicultura/informacion-del-sector/indicadores-economicos/indicadores-2024-final\\_rev.pdf](https://www.mapa.gob.es/dam/mapa/contenido/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos-2/apicultura/informacion-del-sector/indicadores-economicos/indicadores-2024-final_rev.pdf)