



- **INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
PARA EL SECTOR  
SILVOAGROPECUARIO:  
PANORAMA TECNOLÓGICO**

**Septiembre 2024**

**Título**

"Inteligencia Artificial para el Sector Silvoagropecuario: Panorama Tecnológico"

**Fundación para la Innovación Agraria (FIA)**

Santiago, Chile

Septiembre de 2024

RPI Inscripción N°: 2024-A-9420

**Elaboración Técnica**

El estudio de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia competitiva en "Inteligencia Artificial para el sector Silvoagropecuario", fue desarrollado por IALE Tecnología Chile SpA, por encargo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), para promover las nuevas tecnologías en sectores agropecuario, agroalimentario y forestal como estrategia de agricultura sustentable.

IALE Tecnología Chile SpA, contribuye con la metodología de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, a recopilar información desde fuentes relacionadas con el área de estudio, para su posterior análisis y consolidación de los informes del estudio de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, compuesto por: Panorama Científico, Panorama Tecnológico y Panorama de Mercado.

**Autores**

Directora: Ivette Ortiz Montenegro

Ingenieros: Jorge Córdova Añasco y Valentina Browne López

Experto: Werner Creixell Fuentes

**Revisión, supervisión y edición FIA**

Marcelo Canepa Guerra

Marcela González Pérez

Andrea Jofré Soto

**Fotografía:**

[elements.envato.com](https://elements.envato.com)

[istockphoto.com](https://istockphoto.com)

**Diseño Gráfico:**

Flavia Perazzo Ortiz

# PRESENTACIÓN



La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado la sociedad moderna, transformando desde procesos productivos hasta la forma en que interactuamos con el mundo. En este contexto de constante evolución, el presente estudio de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en Inteligencia Artificial para el sector Silvoagropecuario se presenta como una herramienta clave para comprender y aprovechar el potencial de esta tecnología en un sector esencial como lo es el silvoagropecuario.

Este estudio aborda dos pilares fundamentales:

1. Análisis de Vigilancia Tecnológica: Una descripción exhaustiva de las tendencias actuales, las principales líneas de investigación, las tecnologías emergentes y los actores clave, tanto a nivel nacional como internacional. Esta información se presenta en el Panorama Científico y en el Panorama Tecnológico.
2. Análisis de Inteligencia Competitiva: Un estudio enfocado en identificar las tendencias del mercado, los desarrollos de mayor relevancia comercial y los productos y proveedores más destacados. Esta información se presenta en el Panorama de Mercado.

La IA ha experimentado un crecimiento explosivo en aplicaciones y usos en diversos ámbitos, consolidándose como una tecnología de propósito general. Tal como la imprenta, la electricidad o las tecnologías de la información marcaron hitos históricos, la IA tiene el potencial de revolucionar las sociedades contemporáneas. Especialmente con el advenimiento de la Inteligencia Artificial Generativa (como *ChatGPT*, *Google Gemini*, *Microsoft Copilot*, *Claude* entre otras), se evidencian transformaciones significativas en múltiples sectores, afectando incluso ocupaciones de alto ingreso, como sugieren estudios recientes.

Este Estudio no solo proporciona herramientas para entender el estado actual y el futuro de la IA en el sector silvoagropecuario, sino que también habilita a sus lectores para tomar decisiones informadas en un entorno cada vez más dinámico y competitivo.

Una lectura imprescindible para investigadores, productores, empresarios y tomadores de decisiones interesados en liderar el cambio tecnológico en un sector vital para el desarrollo sostenible.

**Francine Brossard Leiva**  
**Directora Ejecutiva**  
**Fundación para la Innovación Agraria**

# CONTENIDO



## 0. Introducción.....04

## 1. Panorama general.....05

- 1.1 Evolución de la producción tecnológica.....05
- 1.2 Áreas de desarrollo tecnológico.....07
  - 1.2.1 Términos de mayor aparición en patentes.....07
  - 1.2.2 Áreas tecnológicas más patentadas.....07
  - 1.2.3 Patentes recientes para las áreas tecnológicas más patentadas.....10
- 1.3 Líderes en desarrollo tecnológico.....13
  - 1.3.1 Países líderes.....13
  - 1.3.2 Instituciones líderes.....17

## 2. Campos de aplicación de la IA en el sector silvoagropecuario.....21

- 2.1 Aplicación en Agricultura.....22
  - 2.1.1 Tendencia en patentamiento.....22
  - 2.1.2 Áreas tecnológicas emergentes.....24
- 2.2 Aplicación en Ganadería.....28
  - 2.2.1 Tendencia en patentamiento.....28
  - 2.2.2 Áreas tecnológicas emergentes.....30
- 2.3 Aplicación en Silvicultura.....33
  - 2.3.1 Tendencia en patentamiento.....33
  - 2.3.2 Áreas tecnológicas emergentes.....35
- 2.4 Aplicación en Floricultura.....38
  - 2.4.1 Tendencia en patentamiento.....38
  - 2.4.2 Áreas tecnológicas emergentes.....40

# CONTENIDO

<b>3. Proyectos internacionales.....</b>	<b>43</b>
3.1 Agricultura.....	43
3.2 Ganadería.....	49
3.3 Silvicultura.....	52
3.4 Floricultura.....	56
<b>4. Marco regulatorio.....</b>	<b>57</b>
4.1 Marco regulatorio internacional.....	57
4.2 Análisis de las políticas y legislaciones sobre IA en Chile.....	62
<b>5. Síntesis y conclusiones generales.....</b>	<b>63</b>
<b>6. Anexo 1: Bibliografía.....</b>	<b>66</b>

# 0. Introducción

Este reporte presenta un análisis general del estado del arte y las tendencias de patentamiento en el uso de la inteligencia artificial (IA) dentro del sector silvoagropecuario, cubriendo sus aplicaciones en agricultura, ganadería, silvicultura y floricultura. A través de un proceso de búsqueda, recopilación y análisis de información de patentes a nivel internacional, obtenida de fuentes de información oficiales como USPTO, EPO y WIPO, el estudio revela la evolución, los actores clave y las tecnologías emergentes en el área de interés.

En el capítulo 1 se ofrece una visión general de la evolución del patentamiento, dando cuenta del crecimiento significativo en la producción tecnológica. Este capítulo desglosa las principales áreas tecnológicas, los términos más recurrentes en las patentes y los códigos IPC predominantes, proporcionando una visión general sobre las tendencias en la aplicación de la IA.

Además, se analiza en detalle a los principales países e instituciones que lideran el desarrollo y patentamiento de tecnologías de IA en el sector. Se discute el papel de China, Corea del Sur y Estados Unidos en la vanguardia de la innovación, así como la contribución de empresas tecnológicas y centros de investigación académicos al avance del campo.

En el capítulo 2 se revisan las aplicaciones de la IA en los subsectores de agricultura, ganadería, silvicultura y floricultura, destacando las áreas de desarrollo tecnológico emergente y las tendencias de patentamiento en cada área. Este capítulo subraya cómo la IA está transformando prácticas tradicionales, mejorando la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad.

En el capítulo 3 se presentan ejemplos de proyectos internacionales que ilustran la aplicación práctica de las tecnologías de IA en el sector. Este capítulo no solo destaca el impacto real de estas innovaciones, sino que también subraya la colaboración internacional en la búsqueda de soluciones tecnológicas avanzadas.

El capítulo 4 aborda el entorno regulatorio internacional y en Chile respecto a la IA en el sector silvoagropecuario. Este análisis incluye políticas, legislaciones y normativas que influyen en la innovación tecnológica, ofreciendo una visión crítica sobre cómo el marco legal puede fomentar o limitar el desarrollo y la adopción de tecnologías de IA.

El capítulo 5 presenta las conclusiones generales sobre los hallazgos del análisis, subrayando las principales tendencias de la IA en el sector.

# 1. Panorama General

El análisis del panorama tecnológico sobre inteligencia artificial aplicada al sector silvoagropecuario considera la revisión de patentes de invención publicadas en bases de datos internacionales (USPTO, EPO, WIPO). Este panorama se construye con base en la evolución en el nivel de patentamiento, los países e instituciones líderes en el desarrollo tecnológico, las principales áreas tecnológicas y las áreas de desarrollo emergentes.

La consulta de estas bases de datos de patente entregó como resultado un total de 2.691 familias de patentes<sup>1</sup> entre 2018 y 2024<sup>2</sup>.

## 1.1 Evolución de la producción tecnológica

Entre 2018 y 2023, se observa un aumento en el número de patentes relacionadas con la aplicación de inteligencia artificial en el sector silvoagropecuario. Hubo un crecimiento constante desde 2018 hasta 2020, seguido por un aumento significativo en el ritmo de crecimiento a partir de entonces, alcanzando un pico en 2022 con 703 patentes registradas. En promedio, el crecimiento anual fue del 63%, lo que refleja un alto nivel de interés en el desarrollo en tecnologías avanzadas adaptadas a la agricultura y la ganadería. Sin embargo, en 2023 se observa una disminución en el volumen de patentamiento.

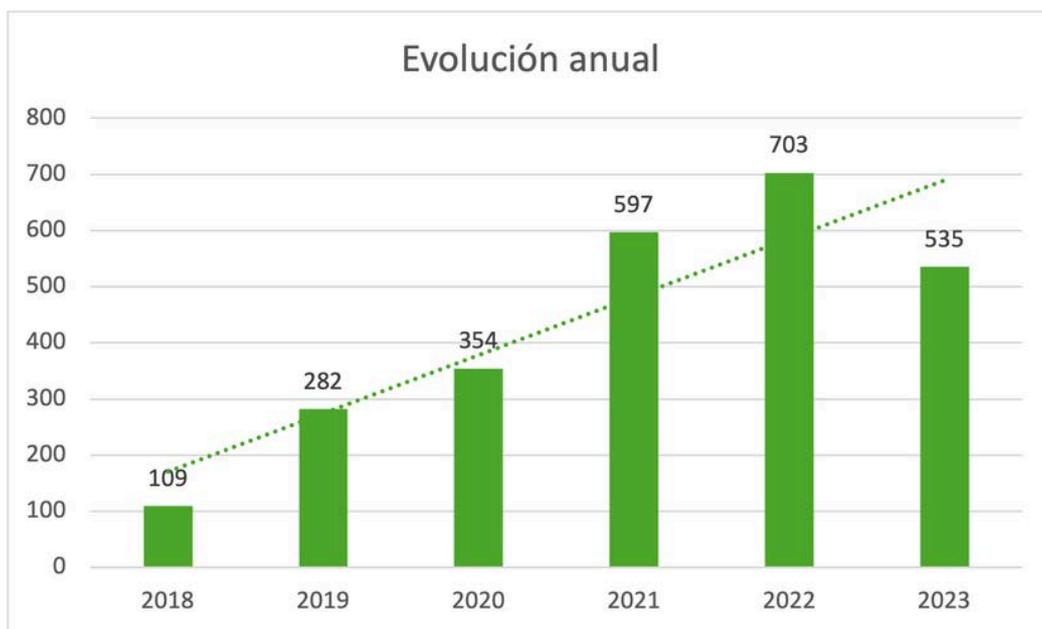


Figura 1.1: Evolución anual en el nivel de patentamiento sobre IA aplicada al sector silvoagropecuario  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

<sup>1</sup> Una familia de patentes se refiere al conjunto de solicitudes de patente presentadas en diferentes países o jurisdicciones para proteger la misma invención o innovación tecnológica. Estas solicitudes están relacionadas entre sí por una o más prioridades comunes, es decir, se basan en la misma solicitud inicial o "prioridad" presentada en un país, de la cual se derivan solicitudes subsiguientes en otros países dentro de un plazo específico.

<sup>2</sup> En adelante, cuando se indique "patentes" se referirá a "familias de patentes".

Desde 2018 hasta principios de 2022, el volumen mensual de patentamiento mostró un aumento constante. Sin embargo, a partir de mediados de 2022, esta tendencia cambió, con una estabilización y posterior disminución en la actividad innovadora, indicando una ralentización en la producción tecnológica. Esta tendencia a la baja continuó en los meses siguientes, reflejando una posible contracción en la actividad de investigación y desarrollo, sin embargo, hacia fines de 2023 e inicios de 2024 se observa una recuperación, por lo que será necesario monitorear la tendencia para el año actual, y así entender si esta reciente recuperación se sostiene en el tiempo.

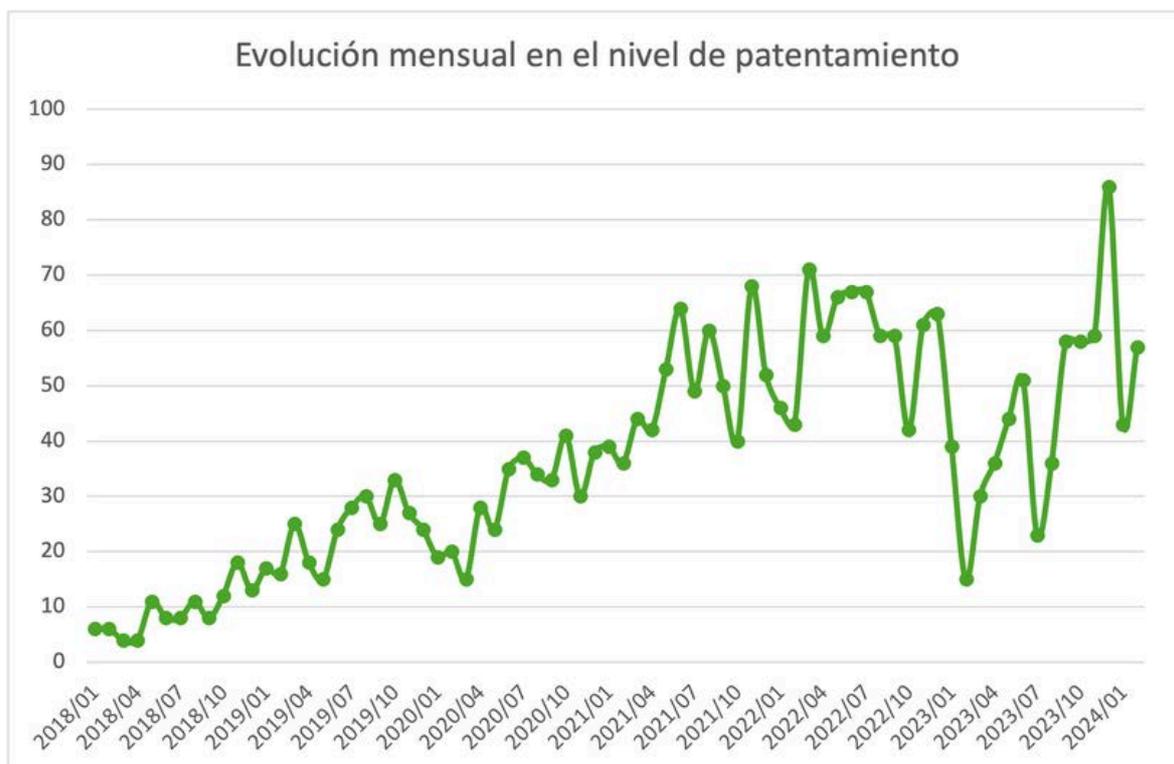


Figura 1.2 Evolución mensual en el nivel de patentamiento sobre IA aplicada al sector silvoagropastoral  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

## 1.2 Áreas de desarrollo tecnológico

### 1.2.1 Términos de mayor aparición en patentes

A partir del corpus de patentes identificado, se analizan los términos con mayor aparición en las familias de patentes, encontrándose dentro de estos los conceptos de Image processing, Deep learning, Computer visión, Image vision, Image recognition e Intelligent agriculture, entre otros.

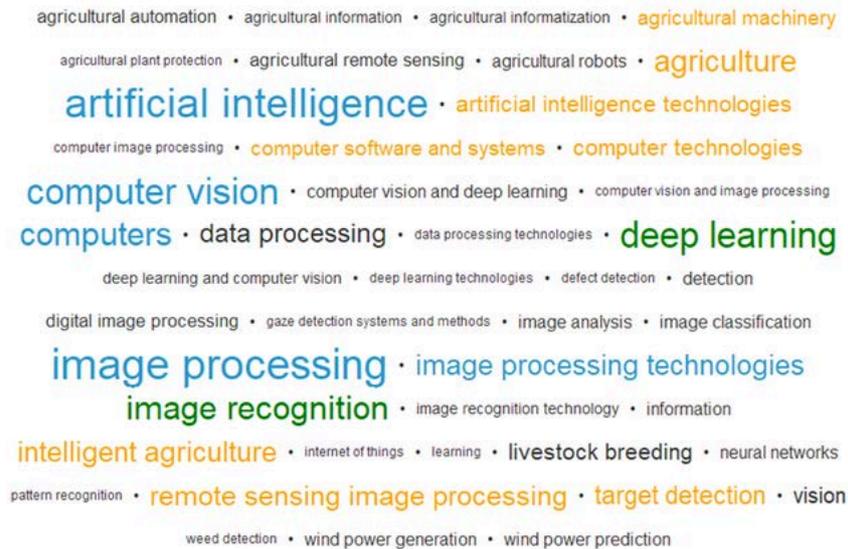


Figura 1.3 Términos clave asociados al corpus de patentes identificado  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

### 1.2.2 Áreas tecnológicas más patentadas

Sumado a estos términos de mayor frecuencia, el análisis de los códigos IPC asociados a cada patente, da cuenta de una serie de conceptos relacionados con la inteligencia artificial, por ejemplo, el código G06N3/00, que corresponde a sistemas computacionales en modelos biológicos, y que agrupa al 24% de las patentes identificadas, y el código G06K9/00, que hace referencia al reconocimiento de patrones, agrupando el 15% de las patentes identificadas. Estos dos códigos, que son los más representativos en el corpus de patentes identificado, se relacionan de manera directa con tecnologías que incorporan herramientas de inteligencia artificial.

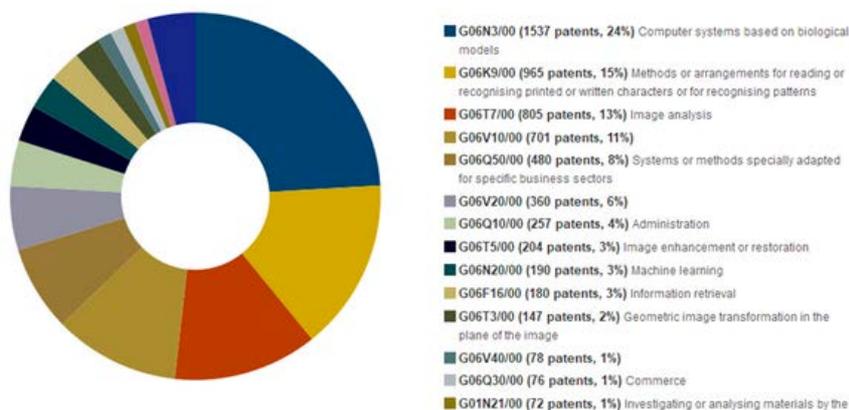


Figura 1.4 Códigos IPC asociados al corpus de patentes identificado  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024



Se observa que el crecimiento de los códigos CIP analizados ha sido consistente durante el período 2018-2023. Los sistemas neuronales, representados por el código G06N3/00, muestra un crecimiento significativo año tras año, lo que indica un aumento en la investigación y desarrollo de modelos computacionales. Asimismo, el reconocimiento de patrones, codificado como G06K9/00, ha experimentado un crecimiento constante, destacando la importancia de esta tecnología en aplicaciones de visión por computadora.

Por otro lado, algunos códigos muestran fluctuaciones en su tendencia de patentamiento. Por ejemplo, el análisis de imagen digital general (G06T7/00) muestra un crecimiento inicial hasta 2021, seguido de una ligera disminución en los años siguientes. El código G06V10/00, relacionado con la realidad virtual, experimenta un aumento significativo en 2021 seguido de una disminución en 2022 y 2023. Esto podría indicar una fase de consolidación en la industria de la realidad virtual, con un enfoque en la mejora de la calidad y la experiencia del usuario en lugar de la expansión masiva de nuevas patentes.

Tabla 1.1 Evolución en el nivel de patentamiento para los principales códigos IPC, en patentes sobre IA aplicada al sector silvoagropecuario

Códigos CIP (General)	Descripción CIP	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total general
G06N3/00	Sistemas neuronales biológicos o de computadora	44	131	230	394	488	339	48	1.674
G06K9/00	Reconocimiento de patrones	60	144	210	363	263	210	30	1.280
G06T7/00	Análisis de imagen digital general	28	79	124	227	258	202	27	945
G06V10/00	Realidad virtual	9	30	34	56	349	294	40	812
G06Q50/00	Sistemas o métodos de pago	22	53	61	104	113	142	28	523
G06V20/00	Representaciones gráficas de datos o datos de superficie, p. ej. diagramas 3D o mapas 3D		1	8	15	181	168	22	395
G06Q10/00	Administración	15	27	37	69	55	73	19	295
G06N20/00	Arquitecturas neuronales	5	10	33	75	67	42	10	242
G06T5/00	Análisis de imagen	3	14	33	56	68	49	5	228
G06F16/00	Informática y cálculo aplicado, p. ej. optimización, simulación o modelado		26	22	53	45	40	6	192

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024



A continuación, se muestra un mapa de densidad de temas, que visualiza las áreas tecnológicas más patentadas en relación con la IA aplicada a la industria silvoagropecuaria. Este mapa proporciona una visión de conjunto de las áreas donde la inteligencia artificial está influyendo significativamente en la innovación del sector, subrayando un claro interés en la automatización, monitoreo y análisis de datos para optimizar la producción. Las áreas con mayor concentración de términos representan los campos de interés más intensivos o innovadores.

Las palabras claves que sobresalen incluyen "sensor information unit", "cell culture chamber", "drone image", "image data", y "robot arm unit", indicando una alta actividad de patentamiento en estas áreas. Esto indica que la inteligencia artificial está siendo aplicada en la industria para mejorar la recopilación y análisis de datos a través de sensores, optimizar el cultivo, manejar y procesar imágenes capturadas por drones para monitoreo de cultivos, y automatizar procesos con brazos robóticos, por ejemplo, en la cosecha o el mantenimiento.

La densidad de términos como "weather sensor" y "image sensor" sugiere un enfoque en la monitorización del clima para agricultura de precisión, uso de imágenes para el análisis agrícola y posiblemente tecnologías para el bienestar del ganado o monitoreo de cultivos mediante señales eléctricas.

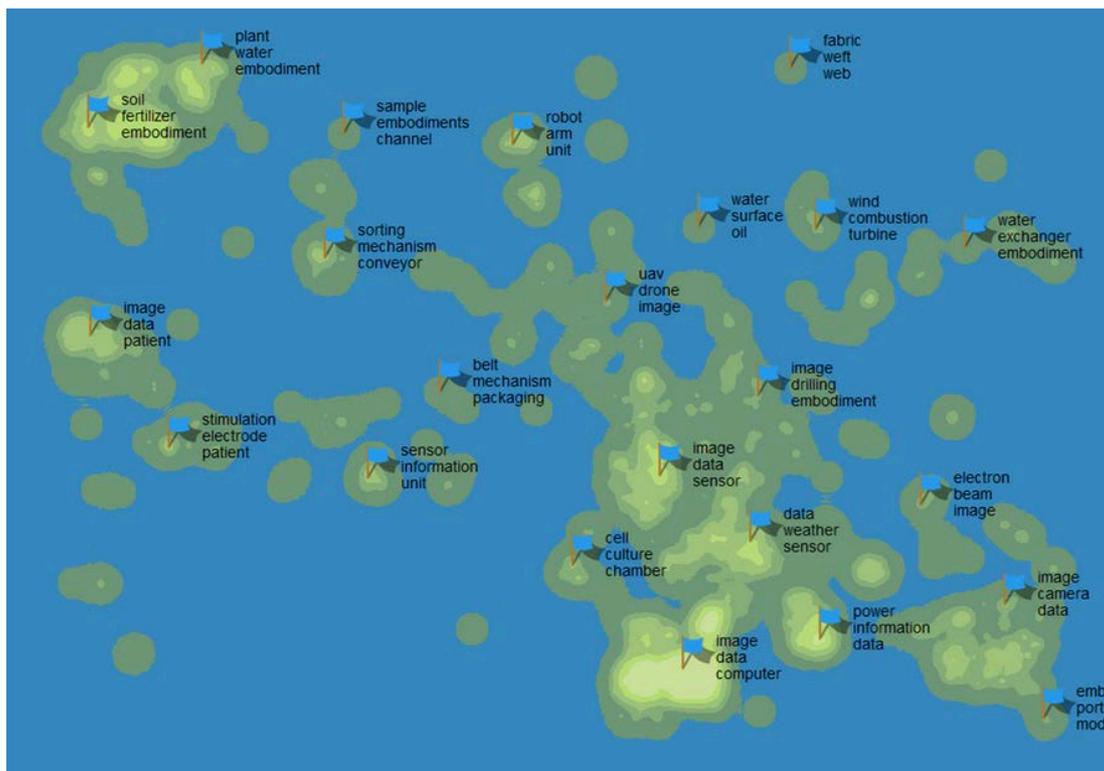


Figura 1.5 Mapa de conglomerados asociados al corpus de patentes  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

### 1.2.3 Patentes recientes para la áreas tecnológicas más patentadas

Considerando los códigos IPC más patentados, se destacan algunas patentes de interés en estos ámbitos del desarrollo tecnológico sobre IA aplicada al sector silvoagropecuario.

- ◆ La patente [CN117578442A](#) "Método de predicción de energía eólica a corto plazo basado en la fusión de datos de múltiples fuentes y el aprendizaje automático", propone un método para la predicción de la potencia eólica a corto plazo que utiliza la fusión de datos de múltiples fuentes y el aprendizaje automático. La técnica parece estar dirigida a mejorar la precisión de las predicciones de generación de energía eólica, que es esencial para la gestión y operación eficiente de las granjas eólicas. Las categorías de clasificación de patentes (IPC Codes) relacionadas incluyen H02J3/00, G06N3/04, entre otras, indicando su relevancia en los campos de gestión de energía y métodos de inteligencia artificial.
- ◆ La patente [CN117576402A](#) "Árbol de agregación multiescala basado en aprendizaje profundo para datos de secuenciación de alto rendimiento" describe un método y un sistema que utiliza un árbol de agregación de múltiples escalas basado en el aprendizaje profundo para secuenciación de datos de alto rendimiento. Esta tecnología podría ser de gran utilidad en el análisis y procesamiento de grandes conjuntos de datos biológicos, lo que sugiere aplicaciones en bioinformática, agricultura de precisión y segmentación de imágenes satelitales. La patente se clasifica bajo varios códigos IPC como G06V10/26 y G06N3/0455, lo que sugiere que se refiere a tecnologías de procesamiento de datos y algoritmos de inteligencia artificial.
- ◆ La patente [CN117589692A](#) "Método de evaluación de la cantidad de almacenamiento de carbono del ecosistema de manglares basado en la fusión de datos de múltiples fuentes y el aprendizaje automático" describe un método para evaluar la cantidad de almacenamiento de carbono en el ecosistema de un bosque de manglares utilizando la fusión de datos de múltiples fuentes y el aprendizaje automático. La aplicación de esta tecnología es crucial para la evaluación y gestión de los ecosistemas de manglares, que son vitales para la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Los códigos IPC relacionados incluyen G01N21/17 y G06Q10/063, lo que sugiere que la patente cubre aspectos de la medición y análisis ambiental, así como la informática aplicada a la gestión de datos ecológicos.
- ◆ La patente [CN117593644A](#) "Método y sistema de detección de cambios de terreno combinados con un mecanismo de atención y aprendizaje profundo", se relaciona con un método y sistema para la detección de cambios en la tierra combinando el aprendizaje profundo y el mecanismo de atención. Dicha tecnología podría ser especialmente útil en la vigilancia del uso y cambio de suelo a lo largo del tiempo, lo que es fundamental para la planificación y gestión de recursos en el sector agropecuario. Los códigos IPC G06V20/10 y G06N3/0464 sugieren que la patente implica procedimientos informáticos para el procesamiento de datos geográficos y técnicas de inteligencia artificial.



- ◆ La patente **CN117392087A** "Método y sistema de detección de palas de parques eólicos basado en visión artificial y aprendizaje profundo" revela un método y sistema para la detección de palas de aerogeneradores utilizando visión por computadora y aprendizaje profundo. El solicitante original es XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. La aplicación se enfoca en el uso de técnicas de IA para monitorear y mantener las palas de los molinos de viento, lo que es crucial para la eficiencia y seguridad de las granjas eólicas. Los códigos IPC asociados sugieren que la patente está relacionada con la imagenología y el análisis de datos en el contexto de la energía y la gestión empresarial.
- ◆ La patente **CN117380558A** "Dispositivo y método de clasificación online de frutas esféricas basado en procesamiento de imágenes y aprendizaje profundo" propone un dispositivo y método para la clasificación en línea de frutas esféricas, utilizando procesamiento de imagen y aprendizaje profundo. El solicitante original es JIAXING UNIVERSITY. Esto indica un interés en aplicar IA para el análisis y clasificación automática de productos agrícolas, lo cual es fundamental para mejorar la eficiencia de la cosecha y el procesamiento poscosecha. Los códigos IPC abarcan categorías relacionadas con equipos de clasificación y procesamiento de datos.

En la siguiente tabla se muestra un listado con algunas patentes de interés para los códigos IPC más patentados en el período 2018-2024.

Tabla 1.2 Patentes de interés relacionadas con IA aplicada al sector silvoagropecuario

Código	Descripción	Número de patente	Título	Año de publicación
G06N3/00	Sistemas neuronales biológicos o de computadora	<a href="#">CN117578442A</a>	Método de predicción de potencia eólica a corto plazo basado en datos multi-fuente y aprendizaje profundo progresivo.	2024
		<a href="#">CN117576402A</a>	Método de segmentación semántica de imágenes de sensor remoto basado en aprendizaje profundo y agregación multi-escala.	2024
		<a href="#">CN117576562A</a>	Método de irrigación inteligente para viñedos.	2024
		<a href="#">KR20240019030A</a>	Método de aprendizaje y dispositivo de aprendizaje y método de prueba y dispositivo de prueba para el modelo de detección de la mirada basado en aprendizaje profundo.	2024



Código	Descripción	Número de patente	Título	Año de publicación
G06K9/00	Reconocimiento de patrones	<a href="#">CN117593337A</a>	Método de seguimiento de cerdos multi-objetivo, dispositivo, equipo y medio en un entorno de cría en grupo.	2024
		<a href="#">CN117589692A</a>	Método de evaluación de la cantidad de almacenamiento de carbono del ecosistema del bosque de manglares basado en teledetección y Deep LabV3+.	2024
		<a href="#">CN117593644A</a>	Método y sistema de detección de cambios de tierra combinando descomposición de matrices y propagación adaptativa.	2024
G06T7/00	Análisis de imagen digital general	<a href="#">CN117522838A</a>	Método y sistema de detección de calidad de leche en polvo basado en red neuronal convolucional.	2024
		<a href="#">CN117392087A</a>	Método y sistema de detección de aspas de aerogeneradores basado en reconocimiento de imágenes.	2024
		<a href="#">CN117380558A</a>	Dispositivo y método de clasificación en línea de frutas esféricas basado en visión por máquina.	2024

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

## 1.3 Líderes en desarrollo tecnológico

Se analiza el panorama tecnológico en términos de actores, es decir, los países e instituciones líderes en desarrollo tecnológico sobre IA aplicada al sector.

### 1.3.1 Países líderes

China lidera en la cantidad de patentes con 1.065 familias de patentes entre 2018 y 2024, destacando su fuerte compromiso con la innovación tecnológica. Corea del Sur y Estados Unidos le siguen con 295 y 196 patentes respectivamente, mostrando un crecimiento constante hasta 2022. Japón, Taiwán e India también muestran interés con 38, 33 y 26 patentes respectivamente. Aunque no alcanzan los números de los líderes, reflejan una inversión considerable en la aplicación de IA en el sector.



Figura 1.6 Mapa de países líderes en patentamiento  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

Los 3 países líderes, China, Corea del Sur y Estados Unidos agrupan casi el 60% del total de patentes publicadas a nivel mundial entre 2018 y 2024.

Participación por país en patentamiento (2018-2023)

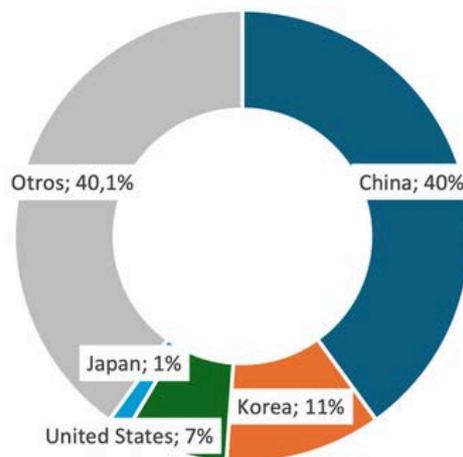


Figura 1.7 Participación de países líderes en patentamiento  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024



China, líder mundial en producción tecnológica en esta área, muestra un crecimiento sostenido hasta 2021, para luego estabilizarse y caer levemente en 2023. Esta tendencia se mantiene en los países líderes, con excepción de Estados Unidos, país que muestra una leve recuperación en 2023 en relación con el año anterior.

País	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
China	41	136	165	277	228	194	24
Korea	8	25	36	55	95	62	14
United States	13	22	28	55	35	39	4
Japan	4	3	5	13	10	3	
Taiwan	1	4	2	4	12	10	
India	1	2	1	17	4	1	
Germany		1	3	2	5	5	
Australia	2	1	1	1	3	1	
Israel	1		2	2	1	2	
United Kingdom		2	1	1	3	1	

Figura 1.8 Evolución en la producción tecnológica de los países líderes en patentamiento  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

En relación con las áreas tecnológicas de desarrollo de cada país, China domina en casi todas las áreas tecnológicas, con un volumen alto de patentes en la clasificación G06N3/00, que implica IA relacionada con modelos o simulaciones de sistemas biológicos, con aplicaciones directas en biotecnología agrícola, gestión de cultivos y mejora de la sostenibilidad. Otras áreas con un alto número de patentes incluyen G06K9/00 y G06T7/00, ambas relativas al procesamiento de imágenes, lo que indica un enfoque en la visión por computadora, con aplicación en el monitoreo y análisis de cultivos y tierras agrícolas.

Corea del Sur tiene una presencia significativa en G06Q50/00, lo cual se centra en modelos de negocio o sistemas de comercio. Este volumen considerable da cuenta de un enfoque en la aplicación de la IA para optimizar las cadenas de suministro, la logística y la gestión de ventas en el sector agrícola. También destacan las clasificaciones G06N3/00 y G06T7/00, lo que refleja un interés en tecnologías de simulación y análisis de imágenes para aplicaciones como selección de cultivos y diagnósticos agrícolas.

Estados Unidos presenta una distribución de patentes que indica una diversificación de intereses en IA. Con cifras significativas en G06N3/00, G06K9/00 y G06T7/00, EE.UU. muestra un enfoque en simulaciones de sistemas biológicos y en tecnologías de reconocimiento y procesamiento de imágenes, con foco en el desarrollo de tecnologías avanzadas para la agricultura de precisión, como la detección y tratamiento de enfermedades de plantas y el monitoreo de la salud del ganado.



	GRF1/1000	GRF2/1000	GRF3/1000	GRF4/1000	GRF5/1000	GRF6/1000	GRF7/1000	GRF8/1000	GRF9/1000	GRF10/1000
AU (Austria)	1	1	2	5	1	1	1	2		
BE (Bélgica)		1	1					4	1	
CA (Canadá)	1	1	2	4		1		2	2	
CH (Suiza)			1	1	1	1		1	1	
CN (China)	76	472	52	689	110	163	86	295	281	154
DE (Alemania)	1	3	3	5				5	2	2
DK (Dinamarca)										1
ES (España)		2		1					1	1
FR (Francia)		2		1				3		
GB (Gran Bretaña)		3	1	3				3	2	1
HK (Hong Kong)		2		1				2	1	2
IL (Israel)		1		3			1	1	2	
IN (India)	1	10	5	12	1	7	3	10	1	
JP (Japón)		4	1	4	1	3		17	7	2
KR (Corea)	13	47	46	173	19	118	33	99	34	9
SA (A. Saudí)			1	1		1		2		
SE (Suecia)		1		1				3	2	
TR (Turquía)		1		3	1	1		2	2	
TW (Taiwán)	1	11	4	14	3	6		8	4	2
US (EE.UU.)	13	43	21	73	11	13	16	75	48	17

Figura 1.9 Áreas de desarrollo tecnológico de los países líderes en patentamiento  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

Este panorama muestra cómo los países líderes están invirtiendo en la IA para transformar y modernizar el sector silvoagropecuario. China está haciendo grandes avances en múltiples frentes, Corea del Sur está optimizando los aspectos comerciales y operativos, y Estados Unidos está aprovechando la IA para reforzar su tecnología agrícola.

Por otra parte, en términos de conexiones entre países, el siguiente grafo ilustra las relaciones de patentamiento entre varios países en el campo de la inteligencia artificial aplicada al sector silvoagropecuario. Los nodos representan los códigos de países (iniciales de cada país) y las líneas que conectan los nodos muestran colaboraciones, influencias o relaciones en el patentamiento entre estos países.

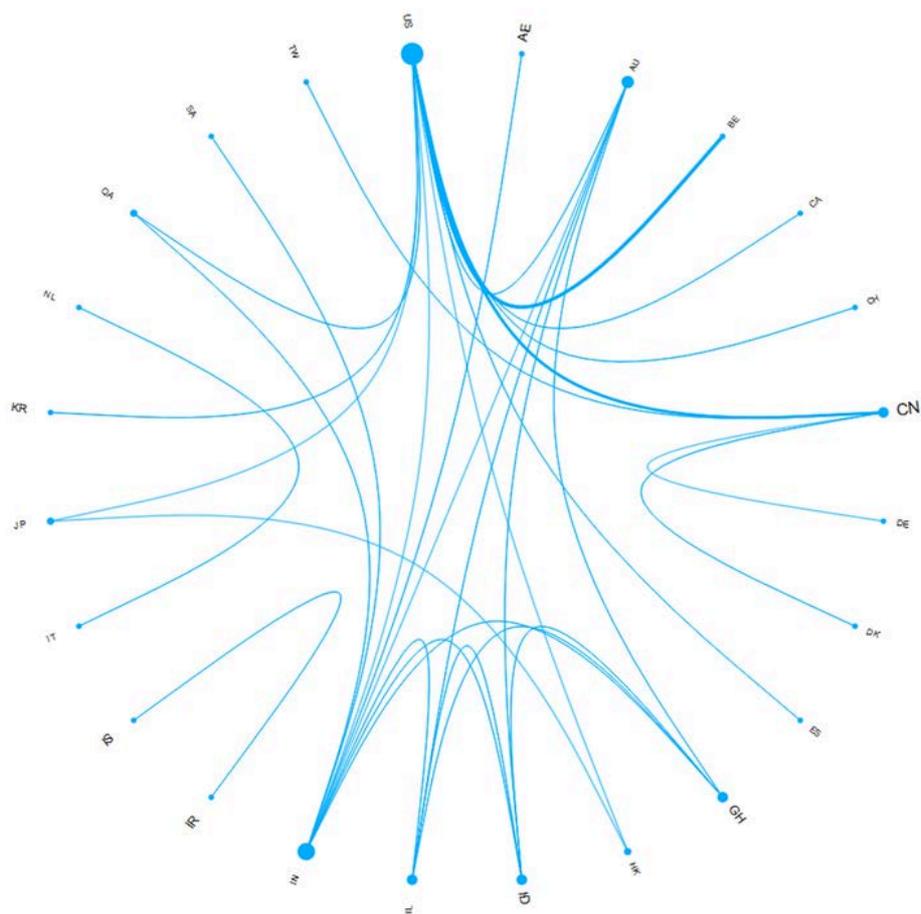


Figura 1.10 Conexiones o colaboraciones en el desarrollo tecnológico de los países líderes en patentamiento  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

China (CN) se destaca con la mayoría de las conexiones, lo que indica una amplia gama de interacciones con otros países en relación con IA aplicada al sector silvoagropecuario. Esto refleja acuerdos de colaboración, co-patentamiento o transferencias de tecnología en un contexto global. Las líneas gruesas y múltiples que parten de China hacia otros nodos subrayan su papel dominante en la innovación de la IA en el sector silvoagropecuario a nivel mundial.

Los países que están directamente conectados a China, y con varias líneas indican un volumen alto de interacción o cooperación, participan en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo, compartiendo conocimientos y tecnologías, o con acuerdos comerciales relacionados con IA.

El grafo también muestra que hay una red considerable de colaboración o actividad de patentamiento que traspasa las fronteras, lo que es fundamental en un campo tecnológico avanzado como la IA. Las colaboraciones internacionales son esenciales para la innovación en áreas de alta tecnología, ya que las complejidades de la IA en la agricultura requieren una amplia gama de experticias y recursos que a menudo se encuentran distribuidos entre diferentes países.

### 1.3.2 Instituciones líderes

Beijing Baidu Netcom Sci & Tech Co Ltd (China) se destaca como líder en el patentamiento de aplicaciones de IA en el sector, con un total de 25 patentes, evidenciando su fuerte enfoque en este campo específico. Le siguen otras empresas como Kubota KK (Japón), Harbin Inst Of Technology (China), State Grid Corp China (China) e IBM (Estados Unidos), cada una con áreas de especialización en IA para la agricultura.

La inclusión tanto de startups emergentes como Verdant Robotics Inc (Estados Unidos) como de instituciones de investigación establecidas como Aerospace Information Research Institute Chinese Academy Of Sciences (China) refleja un escenario altamente atomizado, donde instituciones de diversa índole se involucran en el desarrollo de nuevas tecnologías.



Figura 1.11 Empresas líderes en patentamiento

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

En relación con las 5 empresas líderes, se destaca lo siguiente:

- ◆ **BEIJING Baidu NETCOM SCI & TECH CO LTD** (China) es parte del conglomerado Baidu Inc., denominado el "Google de China". Fundada en 2000 por Robin Li y Eric Xu, Baidu ha crecido hasta convertirse en una de las mayores empresas de internet en el mundo. Originalmente un motor de búsqueda, Baidu ha ampliado sus servicios para incluir una plataforma de mapas, aplicaciones en la nube, y servicios de inteligencia artificial. Baidu ha hecho de la IA su enfoque principal en los últimos años, invirtiendo en áreas como el aprendizaje automático, el procesamiento del lenguaje natural y la conducción autónoma. Su expansión en el sector silvoagropecuario es un paso lógico dado el impulso del gobierno chino hacia la modernización agrícola y la sostenibilidad, utilizando tecnología de vanguardia.

- ◆ **KUBOTA KK** (Japón) tiene sus raíces en Japón, establecida en 1890 por Gonshiro Kubota. Inició su historia fabricando tuberías de hierro fundido para canales de agua potable. La misión de la compañía siempre ha sido apoyar las necesidades de alimentos y agua a nivel mundial a través de sus productos y servicios. A lo largo de los años, Kubota se ha convertido en un líder en maquinaria agrícola y equipos de construcción. Hoy, la empresa ha adoptado la IA para desarrollar soluciones agrícolas inteligentes, tales como tractores autónomos y sistemas de gestión de cultivos, reflejando su compromiso con la innovación y la eficiencia agrícola.
- ◆ **HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY** (HIT) (China), fundado en 1920, es un Centro de Investigación de China. Con una historia de más de un siglo, HIT ha sido un centro de formación para científicos e ingenieros de alto nivel. Es conocido por sus programas de ingeniería, ciencia de materiales, robótica y astronáutica. En las últimas décadas, HIT ha ampliado su enfoque a la IA, aplicando su investigación al desarrollo de tecnologías avanzadas para diversos sectores, incluido el silvoagropecuario. Este enfoque refleja el papel creciente de la IA en los avances tecnológicos de China y su aplicación en sectores que son vitales para el desarrollo sostenible del país.
- ◆ **STATE GRID CORP CHINA** (China) es la empresa estatal de energía eléctrica más grande del mundo, comprometida con la innovación tecnológica en el ámbito agrícola para mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental. State Grid Corp. se especializa en aplicaciones de inteligencia artificial para la gestión eficiente de recursos en la agricultura, centrándose en soluciones innovadoras para optimizar el uso de la energía y mejorar la infraestructura agrícola.
- ◆ **IBM** (Estados Unidos) es una multinacional líder en tecnología, reconocida por su experiencia en el desarrollo de soluciones avanzadas de inteligencia artificial para diversos sectores, incluyendo la agricultura, con el objetivo de impulsar la innovación y el progreso. IBM destaca en el desarrollo de tecnologías cognitivas y analíticas para abordar desafíos complejos en el sector agrícola, buscando mejorar la toma de decisiones y la productividad mediante el uso de datos y algoritmos avanzados de IA.

Por otra parte, se destacan una serie de instituciones académicas con un alto nivel de patentamiento, principalmente de origen chino.

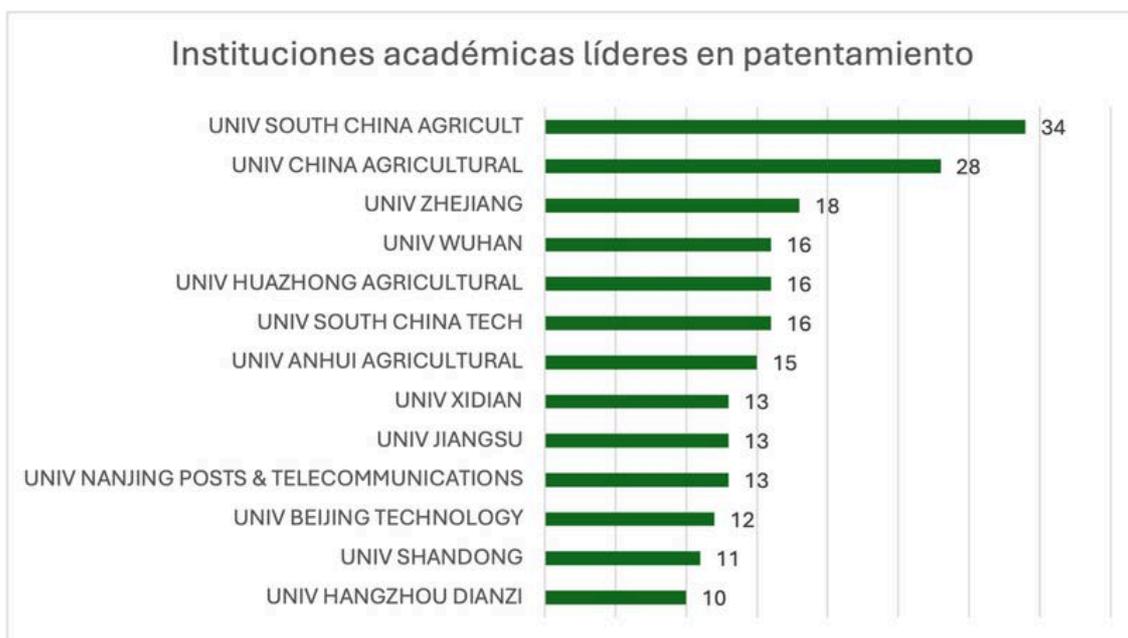


Figura 1.12 Instituciones académicas líderes en patentamiento

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

La University South China Agriculture, encabeza el ranking con 34 patentes. Dada su especialización en ciencias agrícolas, la universidad está desarrollando tecnologías que incluyan sistemas de monitoreo de cultivos basados en IA, automatización agrícola y técnicas avanzadas de gestión del suelo y de recursos hídricos. La University China Agricultural le sigue con 28 patentes, resaltando su rol como un actor clave en el desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas en China. Su enfoque está en la mejora genética, el mejoramiento de la producción y protección de cultivos, así como en el desarrollo sostenible, todos apoyados por soluciones avanzadas de IA.

Luego, la University Zhejiang, University Wuhan y University Huazhong Agricultural, todas con un número significativo de patentes, refuerzan la visión de que las universidades chinas están en la vanguardia en el desarrollo de IA. Estas instituciones están enfocadas en la convergencia de la IA con áreas como la bioinformática, la ingeniería de sistemas biológicos y la robótica, trabajando para transformar la producción agrícola y la gestión de recursos naturales.

Por otra parte, la empresa Beijing Baidu Netcom Sci & Tech Co. Ltd. muestra un inicio destacado en la actividad de patentamiento en 2021 con 20 patentes, manteniendo ese nivel en 2022 y experimentando un descenso en 2023. La University South China Agriculture y University China Agricultural presentan un aumento progresivo a lo largo de los años, lo que refleja una trayectoria de crecimiento sostenido en su trabajo de IA.

Otras instituciones como Kubota KK y Harbin Institute of Technology tienen una entrada fuerte en 2020 y mantienen una actividad constante hasta 2022, lo que refleja proyectos de investigación específicos o ciclos de innovación que llegaron a la madurez en ese período.

Instituciones líderes en Patentamiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023
BEIJING BAIDU NETCOM SCI & TECH CO LTD				20	20	10
UNIV SOUTH CHINA AGRICULT	2	4	1	9	9	7
UNIV CHINA AGRICULTURAL	1	3	1	6	9	8
KUBOTA KK			8	8	8	
HARBIN INST OF TECHNOLOGY			8	4	2	6
IBM	4	4	4	6		2
AEROSPACE INFORMATION RESEARCH INSTITUTE				6	6	6
BEIJING BAIDU NETCOM SCIENCE TECHNOLOGY CO LTD					18	
ELECTRONICS & TELECOMMUNICATIONS RES INST	6	2		4	4	2
STATE GRID CORP CHINA	2	4	4		4	4
VERDANT ROBOTICS INC				12	4	2
UNIV ZHEJIANG	1	2	4	5	4	1
INDUSTRY ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION			2		8	6
UNIV HUAZHONG AGRICULTURAL		1	4	8	1	2
UNIV SOUTH CHINA TECH	3	3	6	2	1	1

Figura 1.13 Evolución en la producción tecnológica de instituciones líderes en patentamiento

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

Este patrón de patentamiento demuestra la importancia de la IA en el sector silvoagropecuario y cómo diferentes tipos de organizaciones están contribuyendo al campo. Las empresas están impulsando el desarrollo comercial, mientras que las instituciones académicas están generando conocimiento y tecnologías que podrían ser fundamentales para el futuro del sector.

## 2. Campos de aplicación de la IA en el sector silvoagropecuario

El análisis del patentamiento para las cuatro aplicaciones de interés (agricultura, ganadería, silvicultura y floricultura) muestra un panorama diverso.

La agricultura lidera con una adopción masiva y creciente de la IA, reflejando el potencial de esta tecnología para revolucionar las prácticas agrícolas a gran escala, desde la optimización de los rendimientos hasta la gestión sostenible de los recursos. La ganadería, con una producción tecnológica relativamente menor, muestra un interés creciente. La silvicultura y la floricultura, con una tendencia de patentamiento más baja, reflejan un crecimiento notable, especialmente en 2022 para la silvicultura, lo que puede ser un indicativo de desarrollos innovadores en la gestión forestal que buscan aprovechar las soluciones de IA para la sostenibilidad y la personalización del cuidado de plantas.

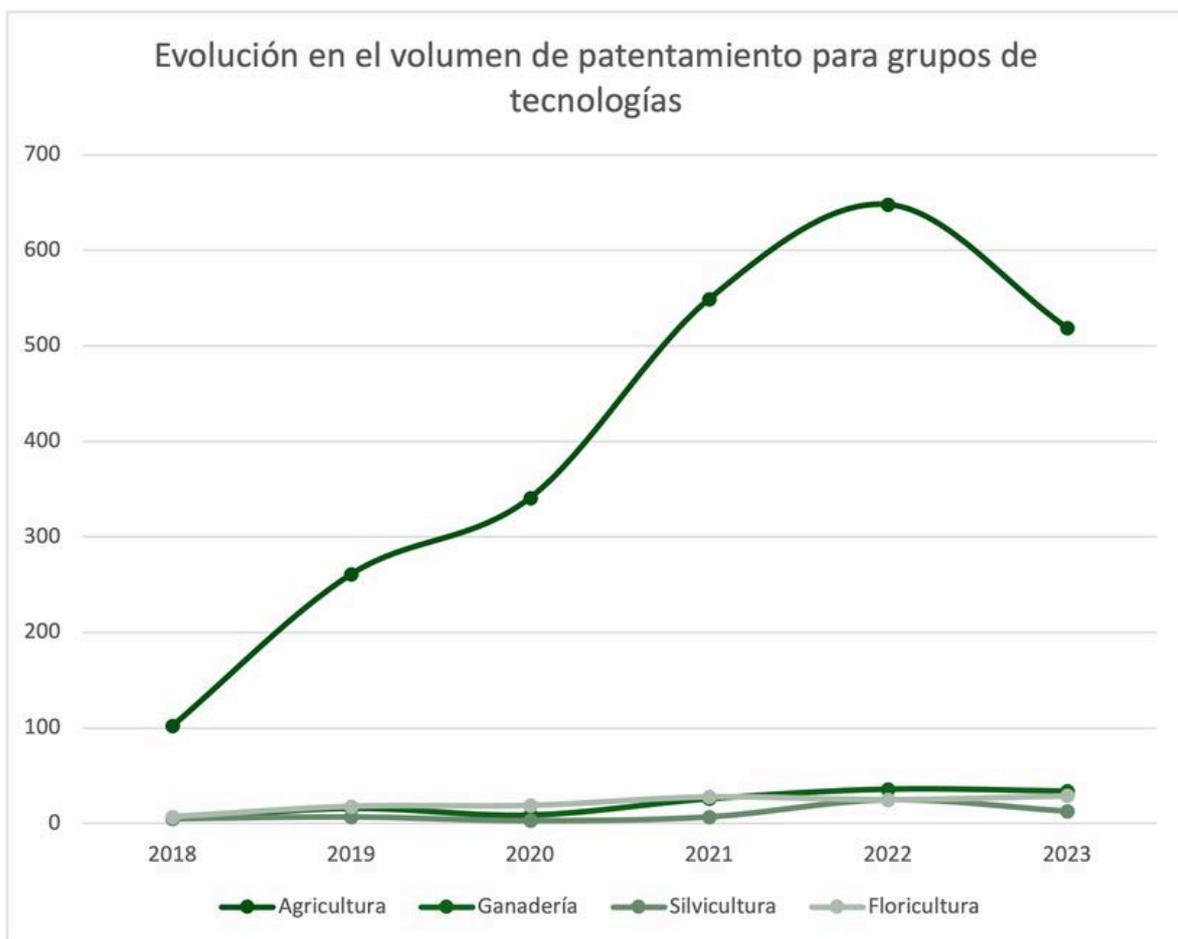


Figura 2.1 Evolución en la producción tecnológica para aplicaciones en el sector silvoagropecuario  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

Estas tendencias dan cuenta cómo la IA está siendo adaptada y valorada de manera diferente en subsectores específicos del ámbito agropecuario y forestal, con la agricultura a la cabeza del cambio tecnológico.

## 2.1 Aplicación en Agricultura

En relación con la aplicación de IA en sector agrícola, el panorama global de patentamiento muestra lo siguiente.

### 2.1.1 Tendencia de patentamiento

La producción tecnológica de IA aplicada a la agricultura muestra un crecimiento significativo en el número de patentes desde el año 2018 hasta 2023. Se observa un incremento casi continuo hasta 2022, lo que indica una acelerada adopción y desarrollo de tecnologías de IA en este campo. El salto de 102 patentes en 2018 a 648 en 2022 refleja la creciente importancia de soluciones innovadoras para enfrentar los desafíos globales en la agricultura habilitado por tecnologías avanzadas. Sin embargo, en 2023 se observa un leve descenso, volviendo al nivel de patentamiento del año 2021.

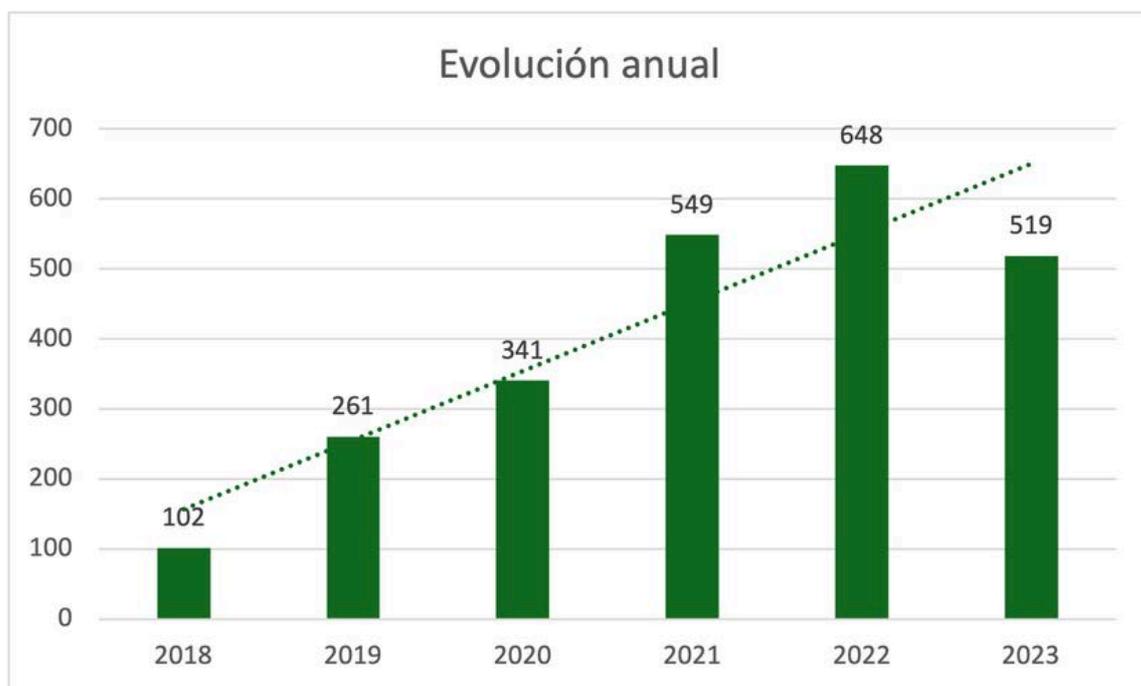


Figura 2.2 Tendencia de patentamiento en IA aplicada a la agricultura

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

A nivel de países, China se destaca como el líder en patentamiento para IA en agricultura con 989 patentes, lo que refleja una estrategia nacional clara y un enfoque en la IA como una prioridad industrial y tecnológica. Corea del Sur, con 267 patentes, y Estados Unidos, con 197, también muestran un compromiso considerable con la IA en agricultura.

Otros países como Japón, Taiwán, India, Alemania, el Reino Unido y Australia, si bien presentan cifras menores, su participación sigue siendo significativa y apunta a un creciente reconocimiento global de la importancia de la IA en la agricultura.



Figura 2.3 Países líderes en patentamiento en IA aplicada a la agricultura  
 Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

A nivel de conexiones entre países se muestra a China (CN), con el nodo más grande y más conexiones. El gigante asiático destaca como un hub central de colaboración y desarrollo tecnológico, lo que refleja su liderazgo en la cantidad de patentes y su influencia en el sector de la IA agrícola.

La presencia de otros nodos con varias conexiones, como los de Corea (KR), Alemania (DE) y Estados Unidos (US), muestra que estos países también son actores importantes en la promoción del desarrollo de la IA en agricultura, participando en redes internacionales de innovación y compartiendo conocimiento y tecnología.

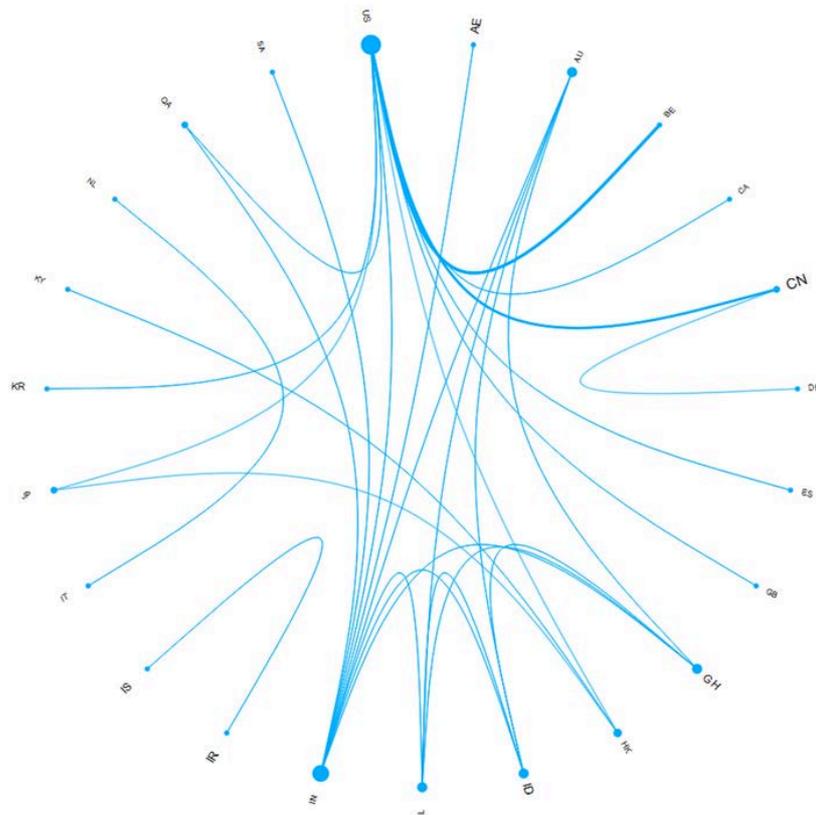


Figura 2.4 Conexiones en el desarrollo tecnológico de países líderes en IA aplicada a la agricultura  
 Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

Quien se sitúa a la cabeza con 24 patentes, es Beijing Baidu Netcom Sci & Tech Co Ltd, lo que indica su papel predominante en el avance de la IA en la agricultura en China. La presencia de dos entidades distintas de Baidu en la lista, ambas con un número considerable de patentes, implica una estrategia de especialización y una inversión intensiva en diferentes aspectos de la IA agrícola. Luego, Kubota KK, con 12 patentes, destaca por su enfoque en la mecanización y automatización agrícola, lo que da cuenta de la aplicación de la IA para mejorar la eficiencia y efectividad de su maquinaria agrícola. Como uno de los líderes mundiales en equipamiento agrícola, KUBOTA está capitalizando su experiencia para integrar soluciones tecnológicas avanzadas en sus productos.



Figura 2.5 Instituciones líderes en patentamiento en IA aplicada a la agricultura  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

Aerospace Information Research Institute Chinese Academy Of Sciences y Harbin Institute Of Technology, con 11 y 10 patentes respectivamente, refuerzan el papel de China como un centro de investigación en IA para el agro. Por otra parte, State Grid Corp China, IBM, Verdant Robotics Inc, y Electronics & Telecommunications Res Inst, también muestran un compromiso con la innovación en este campo.

## 2.1.2 Áreas tecnológicas emergentes

Las áreas tecnológicas emergentes corresponden a aquellas que muestran una aparición incipiente en los últimos años, en este caso 2023 y 2024, y que dan cuenta de señales tecnológicas que, si bien no se encuentran consolidadas, pueden consolidarse en el futuro cercano.



En el caso de la IA aplicada a la agricultura, se observa como emergente el código IPC G06N3/0464, que describe redes neuronales donde los datos se representan mediante grafos, apareciendo recién en 2023 con 159 patentes. Esto indica una rápida adopción de tecnologías de redes neuronales avanzadas para interpretar y analizar interacciones complejas dentro de datos agrícolas, lo que puede ser clave para comprender y optimizar redes complejas de factores ambientales y biológicos en la agricultura.

Las patentes relacionadas con los códigos IPC G06N3/045, G06N3/048 y G06N3/0442, centradas en el procesamiento de datos mediante redes neuronales, lógica difusa, aprendizaje profundo, y el procesamiento de patrones, respectivamente, refleja un enfoque en la utilización de modelos predictivos y de clasificación avanzados para mejorar la toma de decisiones en la agricultura. Estos modelos pueden aplicarse en el mejoramiento genético de cultivos, la detección de enfermedades, y la gestión de recursos, entre otras aplicaciones.

Adicionalmente, el código G06Q10/0639 revela un interés en sistemas de planificación y control para operaciones de producción y distribución, lo que da cuenta de la integración de soluciones de IA para la optimización de la cadena de suministro agrícola. Esto indica una mirada hacia la eficiencia operativa y logística, buscando maximizar la productividad y minimizar los costos.

Tabla 2.1 Códigos IPC emergentes en IA aplicada a la agricultura

IPC	Descripción	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G06N3/0464	Redes neuronales en las que los datos de la red se representan utilizando grafos	0	0	0	0	0	159	33
G06N3/045	Procesamiento de datos utilizando redes neuronales, sistemas basados en lógica difusa, o sistemas híbridos	0	0	0	0	0	31	8
G06N3/048	Aprendizaje profundo en redes neuronales	0	0	0	0	0	30	6
G06N3/0442	Redes neuronales para el procesamiento de patrones, p. ej., reconocimiento de patrones o clasificación mediante redes neuronales	0	0	0	0	0	28	7
G06N3/0455	Procesamiento de datos utilizando redes neuronales configuradas para el procesamiento de secuencias temporales o espaciales	0	0	0	0	0	23	8
G06N3/084	Sistemas basados en modelos de lógica difusa	0	0	0	0	0	13	6
G06F18/214	Reconocimiento de datos; Presentación de datos; Tratamiento de datos utilizando procedimientos algebraicos o matemáticos	0	0	0	0	0	15	3
G06N3/0895	Métodos o disposiciones para el reconocimiento, p. ej., identificación de patrones, utilizando modelos de redes neuronales	0	0	0	0	0	8	5
G06Q10/0639	Sistemas de planificación, programación o control para operaciones que forman parte de la producción o distribución	0	0	0	0	0	11	1
G06N3/0499	Redes neuronales diseñadas para funciones específicas no previstas en otros lugares	0	0	0	0	0	5	5

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024



Algunas patentes destacadas en estas áreas de desarrollo tecnológico emergentes son las siguientes:

- ◆ **US2024037938A1:** Patente que detalla un sistema y método computarizados para la caracterización de cultivos basados en índices de perfil de variedad, utilizando técnicas de aprendizaje profundo. El sistema incorpora procesadores y medios de almacenamiento no transitorios que ejecutan instrucciones para recibir datos de máquina de un campo agrícola, procesar estos datos con un modelo de aprendizaje profundo para generar valores predichos del índice de perfil de variedad, y generar archivos de prescripción agrícola electrónicos basados en estos valores. Estos archivos pueden incluir instrucciones para la selección de variedades, tasas de siembra, y otras medidas de gestión agrícola, y son transmitidos y ejecutados en dispositivos de clientes.
- ◆ **CN117670953A:** Esta patente presenta un método para el registro de imágenes de sensores remotos específicamente diseñado para el mismo tipo de cultivo en diferentes periodos. El método aprovecha las características únicas de los cultivos para mejorar la precisión del registro de imágenes a lo largo del tiempo, facilitando así una mejor monitorización y análisis del crecimiento y la salud del cultivo.
- ◆ **CN117573783A:** Esta patente describe un algoritmo de optimización del modelo CSLE basado en mejoras de deep learning y un factor E mejorado, destinado a calcular de manera más precisa la cantidad y distribución espacial de la erosión del suelo. El algoritmo utiliza imágenes de alta resolución obtenidas mediante tecnología de fotografía aérea oblicua con drones y modelos como SWAT para evaluar coeficientes de reducción de sedimentos de cuencas hidrográficas y factores de erosión ajustados a diversas medidas de conservación del suelo y agua. Incorpora técnicas como el ajuste lineal y la evaluación de errores mediante RMSE para refinar y corregir los cálculos, permitiendo una simulación más precisa y eficiente de la erosión del suelo.
- ◆ **CN117520823A:** Esta aplicación se centra en un sistema y método para la monitorización dinámica de datos en agricultura. Integrando tecnologías de inteligencia artificial, busca mejorar la recolección y análisis de datos en tiempo real, facilitando la gestión agrícola mediante el uso de información actualizada sobre las condiciones del cultivo y el ambiente.

Tabla 2.2 Patentes destacadas en áreas tecnológicas emergentes sobre IA aplicada a la agricultura

Código IPC	Número de Patente	Título
G06N3/048	<a href="#">CN117407550A</a>	Método de preservación digital del paisaje tradicional de reunión Qiang del Tíbet.
G06N3/0442	<a href="#">CN117555638A</a>	Método de recorte de páginas web, método de generación de diseño adaptable de páginas web.
G06N3/0455	<a href="#">CN117576402A</a>	Método de predicción del flujo de tráfico basado en aprendizaje profundo y agregación multi-escala.
G06N3/0455	<a href="#">CN117523396A</a>	Método de segmentación de bloques de tierras cultivadas para imágenes de sensor remoto de alta resolución.
G06N3/0455	<a href="#">CN117522082A</a>	Método y dispositivo de cálculo de costos de operación de sistemas de energía basado en inteligencia artificial.
G06N3/084	<a href="#">CN117610230A</a>	Método y dispositivo de evaluación del estado de deposición de gotas de niebla en el dosel de cultivos.
G06N3/084	<a href="#">CN117611594A</a>	Método y dispositivo de segmentación semántica semi-supervisada para aplicaciones agrícolas.
G06F18/214	<a href="#">CN117436446A</a>	Método y sistema de pronóstico de ventas sociales agrícolas basado en supervisión débil.
G06F18/214	<a href="#">CN117371581A</a>	Método de predicción de potencia de generación de energía de nueva energía basado en aprendizaje profundo.
G06F18/214	<a href="#">CN117272176A</a>	Modelo de predicción y método de predicción de patología de objetos de cultivo basado en aprendizaje profundo.
G06Q10/0639	<a href="#">CN117218646A</a>	Método de determinación del peso de frutas de fresa, medio de almacenamiento y dispositivo.
G06Q10/0639	<a href="#">CN117035558A</a>	Método y aparato de detección de calidad de productos agrícolas.
G06N3/0499	<a href="#">CN117349622A</a>	Método y sistema de predicción de velocidad del viento en plantas de energía eólica basado en aprendizaje profundo.

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

## 2.2 Aplicación en Ganadería

En relación con la aplicación de IA en sector ganadero, el panorama global de patentamiento muestra lo siguiente.

### 2.2.1 Tendencia de patentamiento

La tendencia en el nivel de patentamiento desde 2018 hasta 2023, muestra un patrón de crecimiento en el número de patentes en el periodo, comenzando con solo 5 patentes en 2018 y experimentando un aumento significativo a 16 en 2019. Tras una ligera disminución en 2020, el número de patentes vuelve a subir en 2021 y continúa creciendo hasta 2022, alcanzando un total de 36 patentes.

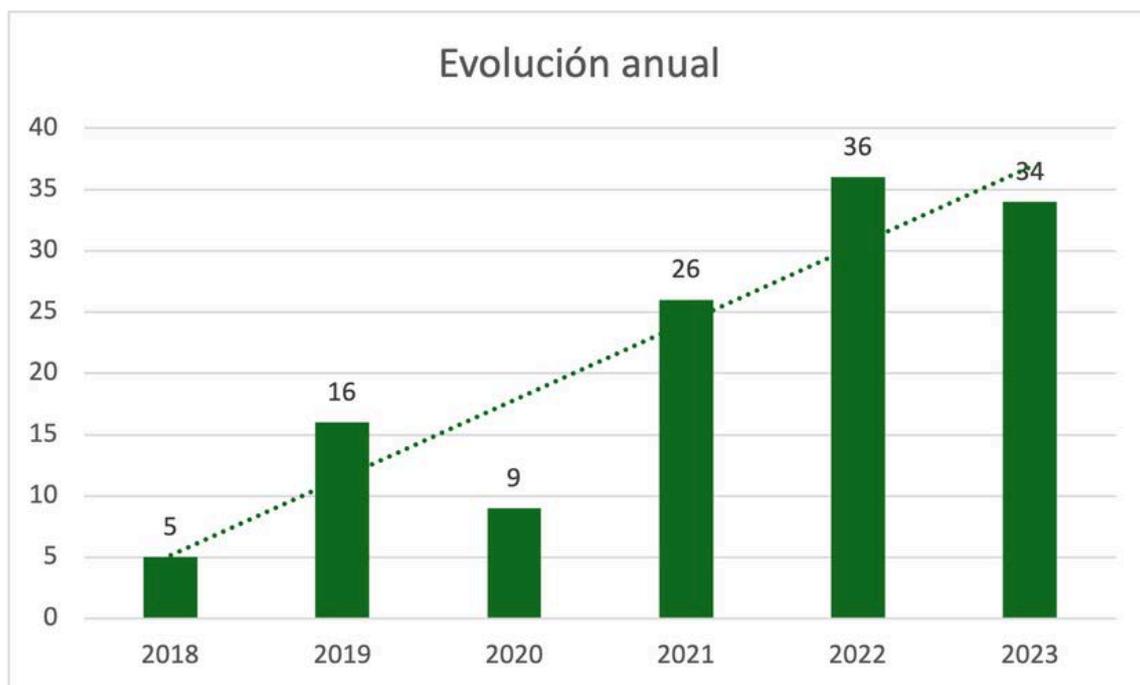


Figura 2.6 Tendencia de patentamiento en IA aplicada a la ganadería  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

A nivel de actores, se observa un claro liderazgo de China y la República de Corea en este sector, con China registrando 38 patentes y Corea del Sur con 33. La significativa actividad de patentamiento en estos dos países sugiere que han identificado la IA en la ganadería como una prioridad estratégica y están invirtiendo en el desarrollo de tecnologías avanzadas para mejorar esta industria.



Figura 2.7 Países líderes en patentamiento en IA aplicada a la ganadería  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

A nivel de instituciones, se muestra el liderazgo de las compañías chinas Beijing Shenzhou Huida Information Tech Co Ltd, New Hope Liuhe Co Ltd, y Shandong Newhope Liuhe Group, todas con 3 patentes.

El hecho de que las empresas chinas dominen esta lista es indicativo de la prioridad que se le da en China al desarrollo de la ganadería inteligente. La presencia de una empresa coreana entre las líderes refleja la importancia que también se está otorgando a estas tecnologías en otros países de Asia.

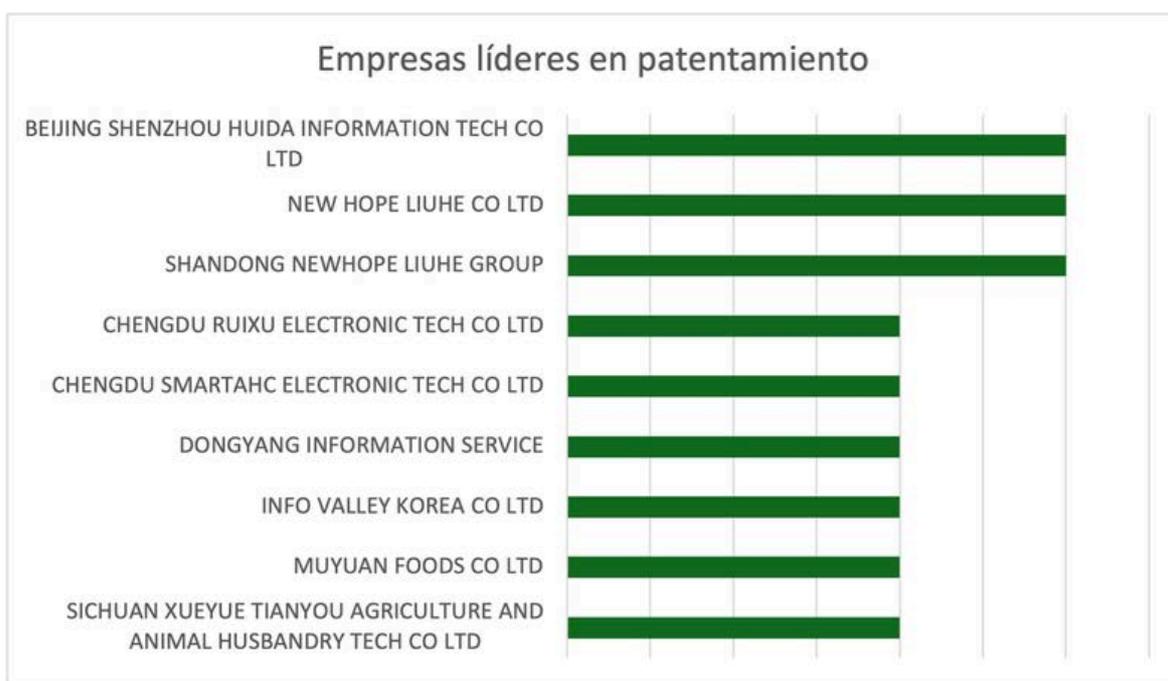


Figura 2.8 Instituciones líderes en patentamiento en IA aplicada a la ganadería  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

## 2.2.2 Áreas tecnológicas emergentes

En relación con las áreas tecnológicas emergentes, destaca el código G06N3/0464, que se refiere a redes neuronales donde la representación de datos se maneja a través de grafos, lidera con 15 patentes en 2023. Aplica principalmente en sistemas de IA que pueden modelar relaciones complejas y dinámicas en datos de ganadería, por ejemplo, en la nutrición del ganado o en la gestión de la salud animal.

El procesamiento de patrones, secuencias temporales o espaciales y el aprendizaje profundo, representados por los códigos G06N3/0442, G06N3/0455, y G06N3/048, muestran una entrada en la escena con 3 y 2 patentes respectivamente. Estas áreas apuntan al desarrollo de tecnologías que pueden analizar y aprender de grandes volúmenes de datos para mejorar la toma de decisiones en la ganadería.

Los códigos G06Q10/0635, G06V10/762, y G06V40/20 con 3 patentes cada uno, y G06F18/00 con 2 patentes, abarcan la gestión de recursos, el análisis de imagen o video para identificación y reconocimiento, y métodos estadísticos utilizando computación. Estas tecnologías apoyan la optimización de las operaciones de la granja, desde el manejo de la producción hasta el seguimiento y el bienestar de los animales.

Tabla 2.3 Códigos IPC emergente en IA aplicada a la agricultura

IPC	Descripción	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G06N3/0464	Redes neuronales con representación de datos mediante grafos.	0	0	0	0	0	15	0
G06N3/0442	Procesamiento de patrones mediante redes neuronales.	0	0	0	0	0	3	0
G06N3/0455	Redes neuronales para procesamiento de secuencias temporales o espaciales.	0	0	0	0	0	3	0
G06Q10/0635	Sistemas de gestión de recursos o tareas utilizando procesamiento de datos.	0	0	0	0	0	3	0
G06V10/762	Técnicas de análisis de imagen o video para identificación o reconocimiento.	0	0	0	0	0	3	0
G06V40/20	Métodos o sistemas para análisis de datos o estadísticas usando computación.	0	0	0	0	0	3	0
G06F18/00	Procesamiento de datos digital o procesamiento de datos de computadora en general.	0	0	0	0	0	2	0
G06N3/048	Aprendizaje profundo en redes neuronales.	0	0	0	0	0	2	0

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

Algunas patentes destacadas en estas áreas de desarrollo tecnológico emergentes son las siguientes:

- ◆ **CN117313961A** (Universidad Capital Normal, 2023): Esta innovación introduce un sistema decisivo basado en la información espacial para la gestión ecológica del ganado en pastizales. Integrando inteligencia artificial y análisis de datos espaciales, la patente apunta a revolucionar el manejo de pastizales y ganado. Su enfoque en la sostenibilidad y eficiencia del pastoreo ayuda a equilibrar las necesidades del ganado con la conservación de ecosistemas vulnerables. Al ofrecer soluciones basadas en datos precisos y actualizados, facilita una gestión más informada y responsable de los recursos naturales. Esta tecnología representa un paso significativo hacia prácticas agrícolas más sostenibles y productivas, marcando un cambio importante en la gestión de la ganadería y la conservación del medio ambiente.
- ◆ **CN117152676A** (Ruichang Jiuxing Agricultural Technology Co. Ltd., 2023) Detalla un avanzado sistema de monitoreo para el ambiente de cría de ganado y aves, destacando la importancia de mantener condiciones óptimas para el bienestar animal. Utilizando análisis de big data, el sistema proporciona insights cruciales que permiten a los agricultores ajustar el entorno para maximizar la salud y la productividad animal. Esta tecnología abre nuevas posibilidades para la prevención de enfermedades y la mejora de los estándares de vida de los animales en granjas, apoyando un ciclo productivo más eficiente y sostenible. Al enfocarse en el bienestar animal y la sostenibilidad, esta patente contribuye significativamente a mejorar las prácticas de cría modernas.
- ◆ **CN116935439A** (Universidad de Agricultura de Hebei, 2023): Ofrece un método innovador para el monitoreo automático y la alerta temprana en ambientes de cría, utilizando tecnología de sensores y análisis de datos. Esta invención aborda proactivamente los desafíos ambientales que enfrenta el ganado y las aves, permitiendo ajustes en tiempo real para prevenir afectaciones a su bienestar. Este enfoque preventivo no solo mejora la eficiencia de las operaciones agrícolas, sino que también promueve prácticas de cría más humanas y responsables. La implementación de esta tecnología representa un avance significativo en la gestión de la calidad ambiental en granjas, asegurando un futuro más sostenible para la agricultura.
- ◆ **CN116976671A** (2023): Revela un sistema integral para la gestión automatizada de granjas no tripuladas, marcando el inicio de una nueva era en la agricultura. Al combinar la automatización con la inteligencia artificial, esta patente simplifica la gestión de recursos y mejora la productividad agrícola. La capacidad de operar granjas con mínima intervención humana no solo reduce costos, sino que también asegura una consistencia y calidad superior en la producción. Esta tecnología avanzada destaca el camino hacia una agricultura más eficiente y menos laboriosa, donde la precisión y la optimización llevan a resultados sin precedentes en el sector.



◆ **CN116957342A** (Shenzhen Boan Intelligent Control Technology Co. Ltd., 2023): Describe un método y sistema para la gestión inteligente de granjas, integrando soluciones tecnológicas avanzadas para optimizar todos los aspectos de la producción agrícola. Esta patente facilita una supervisión detallada y un control preciso sobre el entorno de producción, desde la gestión de cultivos hasta el cuidado del ganado, destacando la importancia de la inteligencia de datos en la toma de decisiones. La implementación de estas tecnologías no solo incrementa la eficiencia y sostenibilidad de las prácticas agrícolas, sino que también abre nuevas oportunidades para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria global.

Tabla 2.4 Patentes destacadas en áreas tecnológicas emergentes sobre IA aplicada a la ganadería

Código IPC	Número de Patente	Título
G06N3/0464	<a href="#">CN117313261A</a>	Sistema y método de soporte de decisión espacial de información ecológica de ganado en pastizales.
G06N3/0464	<a href="#">CN117152676A</a>	Sistema de monitoreo del ambiente de cría de ganado y aves de corral basado en análisis de grandes datos.
G06N3/0464	<a href="#">CN116935439A</a>	Método de monitoreo automático y alerta temprana para el ambiente de ganado y aves de corral.
G06Q10/0635	<a href="#">CN116976671A</a>	Sistema de gestión informatizada integral de granjas no tripuladas.
G06Q10/0635	<a href="#">CN116957342A</a>	Método y sistema de gestión inteligente de granjas.
G06V10/762	<a href="#">CN116843236A</a>	Sistema de supervisión de almacenamiento de alimentos basado en tecnología de inteligencia artificial.
G06F18/00	<a href="#">CN116310895A</a>	Método de conteo de rebaños de cabras basado en el algoritmo mejorado YOLOv3.
G06F18/00	<a href="#">CN115953613A</a>	Método de reconocimiento de imágenes de animales de ganadería en la meseta de Qinghai.

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024



## 2.3 Aplicación en Silvicultura

En relación con la aplicación de IA en sector forestal, el panorama global de patentamiento muestra lo siguiente.

### 2.3.1 Tendencia de patentamiento

Después de un modesto comienzo en 2018 con 5 patentes, hay un ligero aumento en 2019 a 7 patentes. En 2020, la cifra desciende a 3 patentes y en 2021, el número vuelve a subir a 7, manteniendo el interés en el desarrollo de tecnologías de IA en la silvicultura. Sin embargo, es en 2022 donde se observa un marcado incremento con 25 patentes, lo que sugiere un punto de inflexión o un avance significativo de innovaciones en este campo.

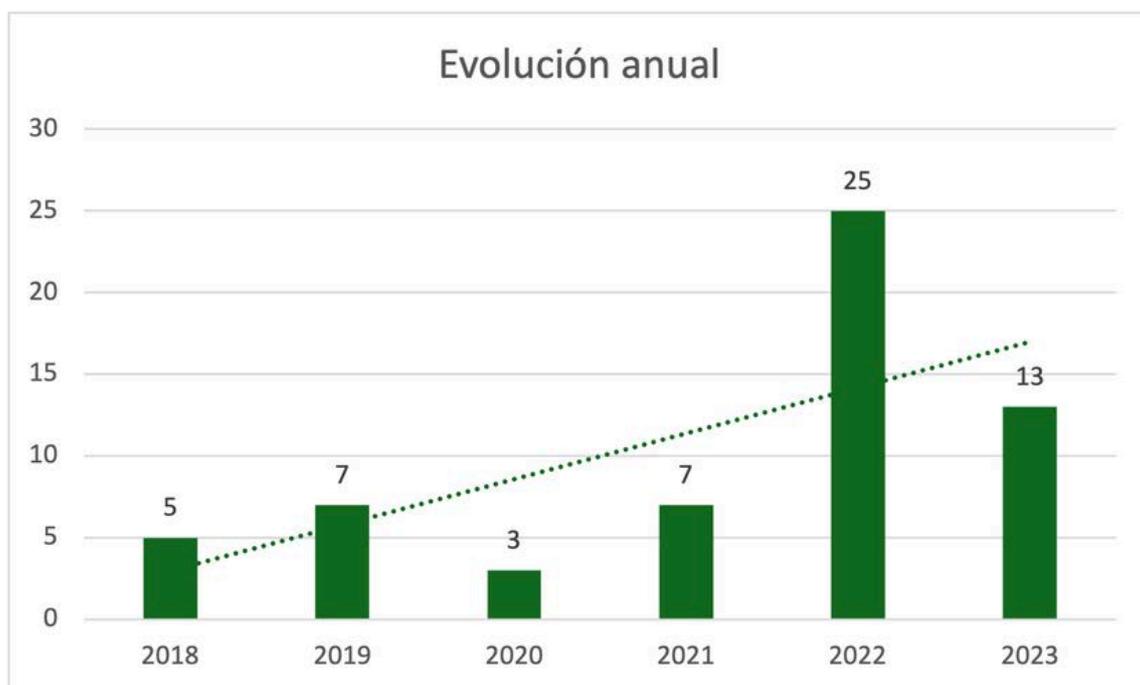


Figura 2.9 Tendencia de patentamiento en IA aplicada a la silvicultura

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

A nivel de países, China es el líder en patentamiento sobre inteligencia artificial aplicada a la silvicultura, con un total de 20 patentes. La República de Corea le sigue con 7 patentes y Reino Unido, con 2 patentes. Luego, países como Brasil, Turquía, Japón y Taiwán, cada uno con 1 patente, aunque tienen menos actividad de patentamiento que China o Corea, aún están activos en este ámbito, lo que indica un reconocimiento global de la importancia de la IA en la gestión forestal sostenible.

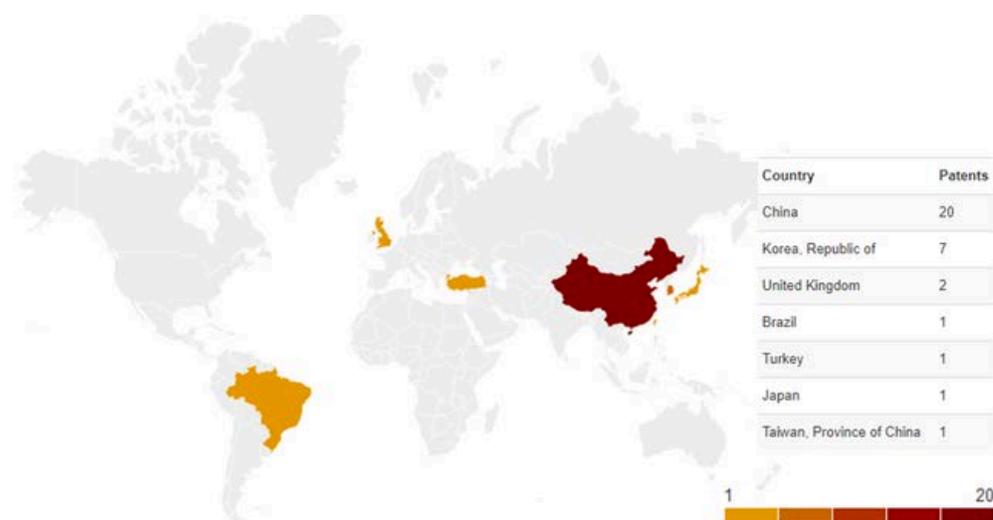


Figura 2.10 Países líderes en patentamiento en IA aplicada a la silvicultura  
 Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

A nivel de instituciones, Bamford Excavators Ltd y Shanghai Rock Easy Science And Tech Limited Company, con 2 patentes cada uno, son los líderes de esta lista, lo que implica un enfoque estratégico en la IA para la silvicultura.

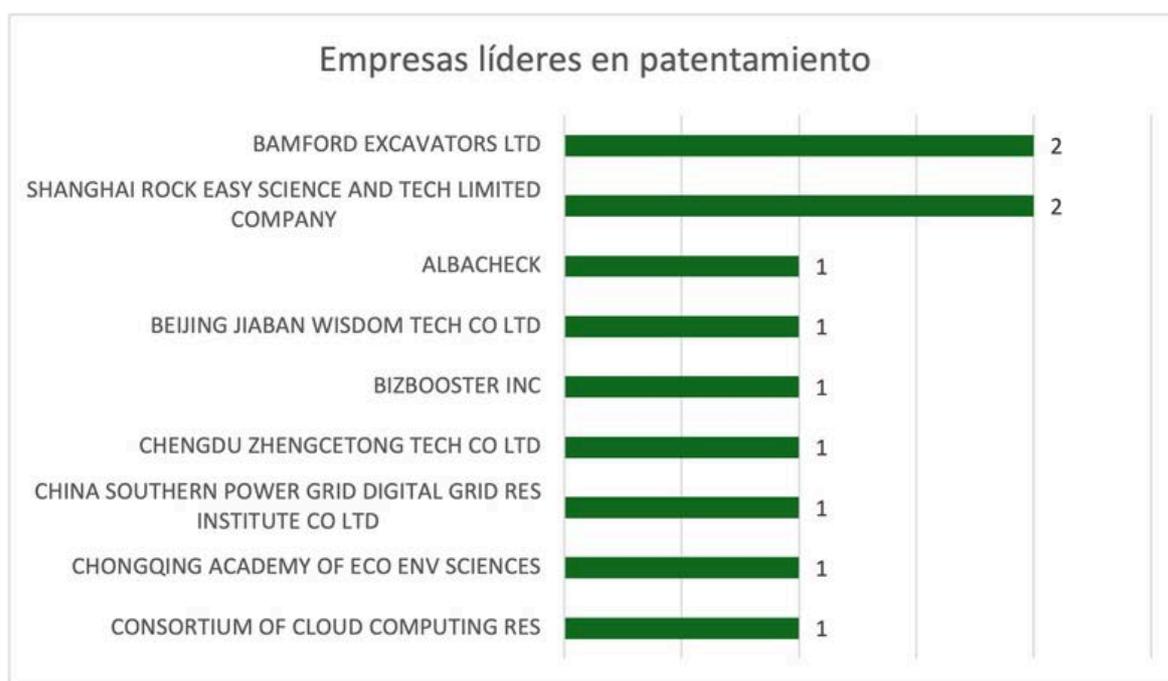


Figura 2.11 Instituciones líderes en patentamiento en IA aplicada a la silvicultura  
 Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

## 2.3.2 Áreas tecnológicas emergentes

En relación con las áreas tecnológicas emergentes, destaca el código G06N3/0464, que implica el uso de redes neuronales con representación de datos mediante grafos, sugiere un enfoque innovador en el procesamiento y análisis de datos complejos dentro de la silvicultura. Estas redes pueden ser cruciales para comprender las interconexiones complejas en los ecosistemas forestales, como las relaciones entre diferentes especies, el impacto de los factores ambientales y la optimización de la gestión forestal.

La aparición de patentes en los códigos G06Q10/04 y G06Q10/063 muestra una iniciativa hacia la mejora de la administración de operaciones y flujo de trabajo en silvicultura, posiblemente a través de sistemas de administración de negocios y operaciones. Esto puede indicar un movimiento hacia la digitalización de la gestión forestal, mejorando la eficiencia y la efectividad de las prácticas de negocio en este sector.

Los códigos G06T7/30 y G06V10/80, con patentes relacionadas con el análisis de imagen o vídeo para la identificación o reconocimiento y el procesamiento de datos científicos o de laboratorio, respectivamente, destacan el uso de la IA para interpretar de manera más eficiente la información visual y de datos, lo cual es esencial para el seguimiento de la salud del bosque y la biodiversidad.

Por otro lado, los códigos A01F25/00, A01M1/20 y B65G37/00, aunque con solo una patente cada uno, demuestran el interés por la IA en la optimización de maquinaria para la recolección de productos forestales, dispositivos para control de plagas y sistemas de transporte, respectivamente.

Tabla 2.5 Códigos IPC emergente en IA aplicada a la silvicultura

IPC	Descripción	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G06N3/0464	Redes neuronales con representación de datos mediante grafos.	0	0	0	0	0	3	0
G06Q10/04	Sistemas de administración o gestión de negocios.	0	0	0	0	0	0	2
G06Q10/063	Administración de operaciones, flujo de trabajo.	0	0	0	0	0	0	2
G06T7/30	Análisis de imagen o vídeo para la identificación o reconocimiento.	0	0	0	0	0	2	0
G06V10/80	Procesamiento de datos científicos o de laboratorio.	0	0	0	0	0	2	0
A01F25/00	Máquinas para recolectar productos de campos.	0	0	0	0	0	1	0
A01M1/20	Dispositivos para atrapar o repeler insectos o animales.	0	0	0	0	0	1	0
B65G37/00	Sistemas de transporte o dispositivos de transporte para cargar o descargar mercancías.	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

Algunas patentes destacadas en estas áreas de desarrollo tecnológico emergentes son las siguientes:

- ◆ **CN116188872A** (Beijing Jiaban Wisdom Tech Co Ltd, 2023) introduce una solución tecnológica avanzada para la identificación automática de especies de árboles forestales, empleando técnicas de inteligencia artificial. Esta patente se centra en mejorar la gestión y conservación forestal, permitiendo una clasificación rápida y precisa de las especies arbóreas. La capacidad de identificar especies de forma eficiente es fundamental para la biodiversidad, la planificación de la utilización de recursos forestales y las acciones de reforestación. La implementación de esta tecnología promete revolucionar el campo de la silvicultura, ofreciendo herramientas más precisas para la protección y estudio de los ecosistemas forestales.
- ◆ **CN117669885A** (2024) propone un sistema innovador para la gestión de plantaciones de tabaco, optimizando cada etapa del ciclo de cultivo mediante la aplicación de inteligencia artificial. Aunque el solicitante no está especificado, este sistema representa un gran avance en la agricultura de precisión, permitiendo a los agricultores aumentar la eficiencia y la sostenibilidad de sus plantaciones. La tecnología tiene el potencial de adaptarse a otros cultivos, ofreciendo una herramienta valiosa para la mejora de las prácticas agrícolas y el aumento de la productividad, al tiempo que se minimizan los impactos ambientales negativos.
- ◆ **CN117522059A** (2024) aborda la necesidad crítica de irrigación eficiente en proyectos de reforestación mediante un método y sistema basados en inteligencia artificial. Esta tecnología está diseñada para calcular las necesidades hídricas específicas de los árboles jóvenes, optimizando el uso del agua y mejorando las tasas de supervivencia y crecimiento de las plantaciones. La patente destaca la importancia de las prácticas sostenibles de irrigación en el contexto del cambio climático y la degradación ambiental, ofreciendo soluciones prácticas para la conservación de recursos hídricos y la reforestación exitosa.
- ◆ **CN117589692A** (2024) ofrece una metodología avanzada para evaluar el almacenamiento de carbono en ecosistemas de manglares, utilizando inteligencia artificial para analizar extensos conjuntos de datos. Esta patente resalta el papel crítico de los manglares en la captura y almacenamiento de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Al proporcionar una herramienta precisa para la cuantificación del carbono, esta innovación apoya esfuerzos de conservación y gestión sostenible de manglares, subrayando la importancia de preservar estos ecosistemas vitales para la salud del planeta.
- ◆ **CN116893428A** (Geological Surveying & Mapping Institute of Shandong Province, 2023) describe un enfoque novedoso para la investigación y monitoreo de recursos forestales mediante el uso de UAVs y procesamiento de datos con IA. Este sistema permite un análisis detallado y en tiempo real del estado y la salud de los bosques, facilitando la detección temprana de problemas como enfermedades, plagas o deforestación. La patente es un testimonio del potencial de las tecnologías emergentes para transformar la gestión forestal, ofreciendo medios más eficaces y menos invasivos para la supervisión y conservación de los recursos naturales.



◆ **KR20230093659A** (Ecodyne Co Ltd, 2023) desarrolla un sistema y método para generar datos a gran escala destinados al aprendizaje profundo en aplicaciones ambientales y forestales. Este enfoque innovador subraya la creciente demanda de datos de alta calidad para entrenar modelos de IA, especialmente en el ámbito de la gestión ambiental y silvicultura. La capacidad de producir y analizar grandes volúmenes de datos puede significar avances significativos en la comprensión y gestión de los ecosistemas forestales, promoviendo prácticas de conservación más informadas y efectivas.

Tabla 2.6 Patentes destacadas en áreas tecnológicas emergentes sobre IA aplicada a la silvicultura

Código IPC	Número de Patente	Título
G06N3/0464	<a href="#">CN116993555A</a>	Método y sistema de particionamiento para recursos territoriales basado en grandes datos.
G06N3/0464	<a href="#">CN116385902A</a>	Método y sistema de procesamiento de grandes datos de teledetección.
G06N3/0464	<a href="#">CN116188872A</a>	Método y dispositivo de identificación automática de especies de árboles forestales.
G06Q10/04	<a href="#">CN117522059A</a>	Método y sistema de decisión para riego en reforestación.
G06Q10/063	<a href="#">CN117589692A</a>	Método de evaluación de la cantidad de almacenamiento de carbono del ecosistema del bosque de manglares.
G06T7/30	<a href="#">CN116893428A</a>	Método de investigación y monitoreo de recursos forestales basado en UAV.
G06V10/80	<a href="#">KR20230093659A</a>	Un sistema y método para generar grandes cantidades de datos para el aprendizaje profundo.
G06V10/80	<a href="#">CN116563466A</a>	Método y sistema de composición de nubes de puntos tridimensionales de un solo árbol.
A01F25/00	<a href="#">BR102022010721A2</a>	Dispositivo y proceso no destructivo para monitorear la salud de los árboles.
A01M1/20	<a href="#">CN117063903A</a>	Sistema de monitoreo y respuesta a situaciones de insectos a gran escala.
B65G37/00	<a href="#">CN116674960A</a>	Sistema inteligente de transporte de biomasa.

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024



## 2.4 Aplicación en Floricultura

En relación con la aplicación de IA en sector de floricultura, el panorama global de patentamiento muestra lo siguiente.

### 2.4.1 Tendencia de patentamiento

Se observa una tendencia generalmente ascendente en el número de patentes desde 2018 hasta 2023. Después de un comienzo en 2018 con 7 patentes, hay un salto notable a 18 en 2019, lo que sugiere un creciente interés y posiblemente avances clave que podrían haber incentivado una ola de innovación en la industria. Este interés se mantiene en 2020 con un pequeño aumento a 19 patentes, y el crecimiento continúa en 2021 alcanzando 28 patentes.

En 2022, se observa una leve disminución a 25 patentes, sin embargo, en 2023, el número de patentes asciende nuevamente a 29, lo que puede reflejar un resurgimiento del interés o el surgimiento de nuevas tecnologías disruptivas en el sector.

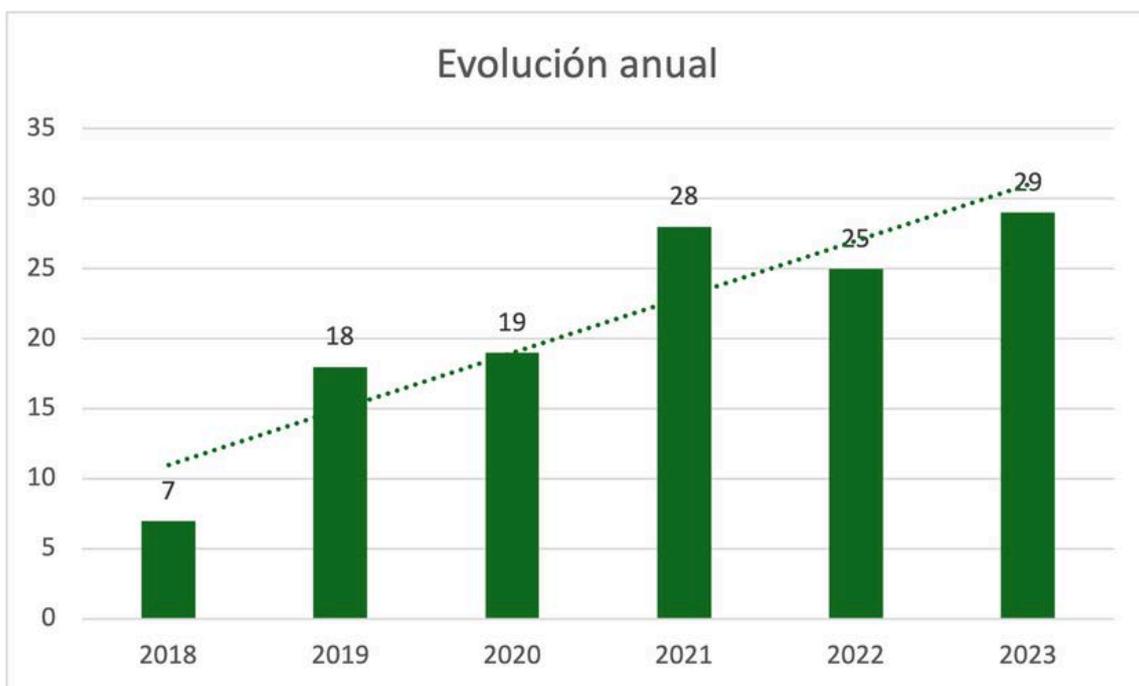


Figura 2.12 Tendencia de patentamiento en IA aplicada a la floricultura

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

A nivel de instituciones, China domina claramente en este ámbito con 58 patentes, lo que resalta su posición como un centro significativo de innovación en IA para la floricultura. Le siguen República de Corea con 9 patentes y Estados Unidos, con 4 patentes. India, Taiwán, Japón e Israel, muestran números menores pero que reflejan una presencia activa en esta área.



Figura 2.13 Países líderes en patentamiento en IA aplicada a la floricultura  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

A nivel de instituciones, Changzhou Hongda Intelligent Equipment Industrial Development Res Institute Co Ltd lidera, con foco en el desarrollo de equipos inteligentes y tecnologías de IA para optimizar la producción y el manejo en la floricultura. Le sigue Focusight Tech Co Ltd, Shenzhen Duizhuang Tech Co Ltd y World Vertex Co Ltd.

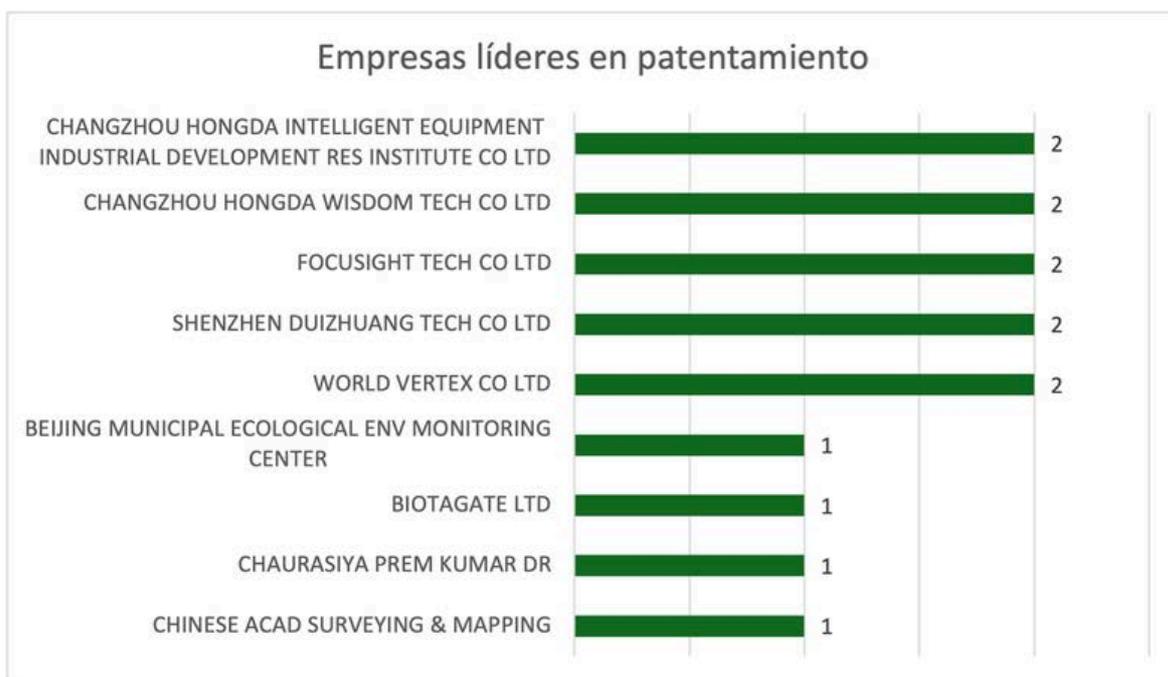


Figura 2.14 Instituciones líderes en patentamiento en IA aplicada a la floricultura  
Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024



## 2.4.2 Áreas tecnológicas emergentes

En relación con las áreas tecnológicas emergentes, destaca el código G06N3/0464, referente a sistemas informáticos que emulan redes neuronales biológicas, muestra un notable incremento con 7 nuevas patentes en 2023 y una adicional en 2024. Esto sugiere una adopción significativa de modelos de IA avanzados para tareas como la optimización del crecimiento de plantas, diagnóstico de enfermedades, y la personalización de tratamientos para plantas individuales.

El código G06N3/0442, que combina redes neuronales con sistemas de lógica difusa, indica con 2 patentes que se están explorando enfoques híbridos en el procesamiento de información para tomar decisiones complejas en ambientes de cultivo, como el ajuste de las condiciones ambientales en invernaderos inteligentes.

G06N3/02, que se enfoca en el aprendizaje de sistemas informáticos basados en modelos biológicos, y G06F16/58, referente a métodos de procesamiento de datos para problemas matemáticos específicos, cada uno con 1 patente en 2023 y 2024, reflejan la exploración de nuevas formas de utilizar la IA para resolver problemas complejos en floricultura.

Tabla 2.7 Códigos IPC emergente en IA aplicada a la floricultura

Código CIP	Descripción	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G06N3/0464	Redes neuronales, i.e., sistemas informáticos basados en un modelo de redes neuronales biológicas.	0	0	0	0	0	7	1
G06N3/0442	Redes neuronales dentro de sistemas de lógica difusa.	0	0	0	0	0	2	0
G06V20/70	Etiquetar el contenido de la escena, por ejemplo, derivando representaciones sintácticas o semánticas.	0	0	0	0	0	1	1
G06V10/44	Extracción de características locales mediante el análisis de partes del patrón, por ejemplo, detectando bordes, contornos, bucles, esquinas, trazos o intersecciones; análisis de conectividad, por ejemplo, de componentes conectados.	0	0	0	0	0	2	0
G06N3/02	Aprendizaje de sistemas informáticos basados en modelos biológicos.	0	0	0	0	0	1	1
G06V10/75	Organización de los procesos de comparación, por ejemplo, comparaciones simultáneas o secuenciales de características de imágenes o vídeos; enfoques generales y específicos, por ejemplo, enfoques multiescala; utilizando análisis de contexto; selección de diccionarios	0	0	0	0	0	2	0
A01G7/04	Cultivo de plantas hidropónicas; Medios para el cultivo sin tierra.	0	0	0	0	0	1	0
G06F16/58	Métodos o sistemas de procesamiento de datos o de cálculo no específicos de grupos únicos cubiertos en otro lugar de este subclasificado en función de problemas matemáticos específicos o de operaciones sobre datos.	0	0	0	0	0	1	0
G06Q50/10	Servicios o sistemas especialmente adaptados para sectores específicos, e.g., salud, banca, seguros o bienes raíces.	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024



Algunas patentes de interés asociadas con las áreas de desarrollo emergentes son las siguientes:

- ◆ **CN117274684A** presenta un sistema avanzado para la identificación de especies de flores utilizando inteligencia artificial, basándose en el procesamiento y análisis de imágenes. A través de técnicas de aprendizaje profundo y reconocimiento de patrones, el sistema es capaz de distinguir entre una amplia variedad de especies florales con alta precisión. Este método facilita la tarea de botánicos y aficionados al proporcionar una herramienta rápida y eficiente para el estudio y catalogación de la biodiversidad floral. Además, tiene potenciales aplicaciones en la agricultura, la jardinería y el diseño paisajístico, donde la identificación precisa de las plantas es crucial para el manejo adecuado de las especies y sus necesidades específicas de cuidado.
- ◆ **KR20230082750A** detalla un sistema de gestión de calidad para flores cortadas que utiliza algoritmos de inteligencia artificial para analizar y predecir la vida útil de las flores. Mediante la recopilación de datos a lo largo de la cadena de suministro y el análisis de factores como la frescura, color, y condiciones de almacenamiento, el sistema propone estrategias para mejorar la conservación y prolongar la vida de las flores cortadas. Esto resulta en beneficios significativos para floricultores, distribuidores y minoristas, permitiendo una planificación más eficaz y reduciendo el desperdicio. El sistema también podría ofrecer recomendaciones personalizadas para el cuidado de diferentes especies florales, optimizando así los procesos de post-cosecha y venta.
- ◆ **CN116230097A** describe un método de crianza para la colza que incorpora tecnologías digitales para mejorar la selección y mejoramiento genético de esta importante oleaginosa. A través del uso de análisis de datos y simulaciones computacionales, el método permite identificar con mayor rapidez y precisión las variantes genéticas deseables, acelerando el proceso de desarrollo de nuevas variedades. Este enfoque digitalizado facilita la optimización de rasgos como la resistencia a enfermedades, la adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y la mejora del rendimiento del cultivo. Además, podría tener un impacto positivo en la sostenibilidad de la producción de colza, al mejorar la eficiencia en el uso de recursos y reducir la necesidad de insumos químicos.
- ◆ **KR20230033768A** para medir el crecimiento de cultivos combina videovigilancia avanzada con análisis de grandes datos en la nube para proporcionar insights en tiempo real sobre el estado y desarrollo de los cultivos agrícolas. Al integrar datos de múltiples fuentes y aplicar algoritmos de análisis, el sistema ofrece una herramienta poderosa para el monitoreo preciso del crecimiento, la detección temprana de problemas y la optimización de prácticas agrícolas. Este enfoque permite a los agricultores tomar decisiones informadas basadas en datos, mejorando la gestión de sus cultivos y potencialmente aumentando la productividad y sostenibilidad de sus operaciones agrícolas. Con aplicaciones potenciales en una variedad de cultivos, este sistema representa un avance significativo en la agricultura de precisión.

Tabla 2.8 Patentes destacadas en áreas tecnológicas emergentes sobre IA aplicada a la silvicultura

Código IPC	Número de Patente	Título Completo
G06N3/0464	<a href="#">CN116051867A</a>	Método y dispositivo de representación del proceso de floración de plantas florales.
G06N3/0464	<a href="#">CN115850474A</a>	Método y sistema para identificar medicinas tibetanas silvestres basado en aprendizaje profundo.
G06V20/70	<a href="#">CN117274684A</a>	Método de identificación de flores e implementación de IA.
G06N3/02	<a href="#">CN117598144A</a>	Sistema y método inteligente de excavación de film basado en visión por máquina y aprendizaje profundo.
G06N3/02	<a href="#">KR20230082750A</a>	Sistema y método de gestión de calidad de flores cortadas usando inteligencia artificial.
A01G7/04	<a href="#">CN117193435A</a>	Sistema de plantación de fresas en instalaciones basado en control inteligente.
G06F16/58	<a href="#">CN116230097A</a>	Método de cría digitalizada para colza.
G06Q50/10	<a href="#">KR20230033768A</a>	Sistema de medición del crecimiento de cultivos a través de análisis de grandes datos basado en la nube.

Fuente: Elaboración propia a partir de BBDD de patentes internacionales, 2024

## 3. Proyectos internacionales

A continuación, se describen proyectos de interés sobre Inteligencia Artificial aplicada a los sectores de agricultura, ganadería, silvicultura y floricultura. Estos proyectos dan cuenta de las alianzas público-privadas para avanzar en el desarrollo de nuevas soluciones para el sector, y que incorporan la aplicación de tecnologías avanzadas.

### 3.1 Agricultura

#### ◆ **SQAT:** Soil Quality Analysis Tool: Implementing Smart Farming Applications using EO Data, Soil Sensors & Robotics

El proyecto SQAT, liderado por UDRUZENJE EKO-INOVACIJA NA BALKANU, tiene como objetivo revolucionar la agricultura mediante la creación de una herramienta integral para mapear la calidad del suelo. Iniciado en febrero de 2024 y con una duración prevista hasta julio de 2027, este proyecto busca integrar diversas tecnologías, como la teledetección, los sensores de suelo y la robótica, para proporcionar a los agricultores información detallada sobre las propiedades del suelo y desarrollar aplicaciones de agricultura inteligente adaptadas a sus necesidades.

Hasta la fecha, el proyecto ha logrado avances significativos en la implementación de un servicio de mapeo de suelos inteligente. Utilizando sensores VIS-NIR, herramientas de muestreo automatizadas y análisis químicos de suelo in situ, se están generando mapas de propiedades del suelo de alta resolución. Además, se están desarrollando cinco aplicaciones de agricultura inteligente, como la fertilización y siembra de tasa variable, la labranza a profundidad variable y la medición, reporte y verificación (MRV) de la captura de carbono en la agricultura.

Con un enfoque proactivo en el mercado y la participación de siete PYMEs a lo largo de la cadena de valor de SQAT, se espera que los resultados de este proyecto sean comercializados exitosamente al finalizar el mismo. Esta iniciativa tiene como objetivo aumentar la productividad agrícola, reducir los costos asociados a los métodos tradicionales de análisis de suelo y gestión de cultivos, y abordar los desafíos actuales relacionados con la calidad del suelo en la agricultura europea.

#### ◆ **FARMWISE:** Future Agricultural Resource Management and Water Innovations for a Sustainable Europe

El proyecto FARMWISE, liderado por LUNDS UNIVERSITET, busca transformar el sector agrícola de la Unión Europea mediante la implementación de un sistema avanzado de apoyo a la toma de decisiones. Integrando la agricultura de precisión, la inteligencia artificial y la teledetección, FARMWISE tiene como objetivo proporcionar a los agricultores y tomadores de decisiones nuevas perspectivas sobre la calidad y cantidad del agua, la salud del suelo y la gestión de nutrientes.



Desde su inicio en enero de 2024, FARMWISE ha realizado avances significativos en el desarrollo de herramientas mejoradas basadas en inteligencia artificial para una política y toma de decisiones europeas sobre el agua más eficiente. Reuniendo a los mejores investigadores europeos en agua, agricultura, clima e inteligencia artificial, el proyecto aborda los problemas más urgentes de contaminación del agua y cambio climático.

FARMWISE también promueve la cooperación entre los sectores científico, agrícola, político y tecnológico para encontrar soluciones basadas en la ciencia. Con un enfoque en la sostenibilidad y la innovación, el proyecto FARMWISE busca no solo abordar los desafíos actuales, sino también preparar el camino para una agricultura más eficiente y sostenible en Europa.

### ◆ **TALLHEDA: Transforming Access to Excellence with Successful Alliances of Higher Education in Digital Agriculture**

El proyecto TALLHEDA, coordinado por GEOPONIKO PANEPISTIMION ATHINON, se propone abordar la brecha de inversión en Investigación e Innovación (I+D) y excelencia científica en países de ampliación de la Unión Europea, particularmente en el ámbito de la Agricultura Digital (AD). Al centrarse en instituciones de educación superior (IES) en países de ampliación como Grecia y Serbia, el proyecto busca fomentar la excelencia en investigación y educación en el dominio de la AD. Mediante la creación de una nueva Alianza a largo plazo para la AD entre IES agrícolas de países de ampliación y universidades agrícolas líderes en países no de ampliación, TALLHEDA busca aumentar la masa crítica de científicos altamente calificados y establecer vínculos con ecosistemas circundantes, impulsando la innovación en países de ampliación.

Desde su inicio en enero de 2024, TALLHEDA ha avanzado en la construcción de una cartera de acciones complementarias intersectoriales e internacionales para apoyar a estudiantes, investigadores en etapas tempranas y experimentados, y al personal académico de las IES de ampliación. Estas acciones incluyen la colaboración, el acceso a infraestructuras de vanguardia, la movilidad del personal y actividades conjuntas de educación e investigación. Los socios del proyecto, con una reputación científica establecida en AD, están comprometidos a hacer de TALLHEDA un éxito, contribuyendo así a la reforma institucional y al aumento de la masa crítica de científicos altamente calificados necesarios para la transición digital en la agricultura en toda Europa.

### ◆ **PATH2DEA: Paving the Way towards Digitalisation Enabling Agroecology for European Farming Systems**

El proyecto PATH2DEA, coordinado por AIT AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY GMBH, se centra en el potencial de los sistemas agrícolas agroecológicos para abordar los desafíos actuales relacionados con el medio ambiente, la economía, la salud y la sociedad. PATH2DEA se compromete a desbloquear el poder catalizador de la digitalización para fomentar la transición de la agricultura europea hacia una mayor sostenibilidad. El proyecto aprovecha la tecnología digital para personalizar las soluciones digitales a las necesidades de los usuarios y fomentar la adopción generalizada de la agricultura agroecológica digital en la UE y los países asociados.



Desde su inicio en enero de 2023, PATH2DEA ha logrado avances significativos en el desarrollo de la tecnología xSeedScore®, revolucionando la cría de plantas. El proyecto ha alcanzado resultados significativos en la integración de datos, el modelado computacional y la mejora de la eficiencia del flujo de trabajo. PATH2DEA espera alcanzar un volumen de negocios de €18 millones y emplear a 50 personas para 2026, marcando un impacto significativo en la futura resiliencia y eficiencia de la agricultura.

## ◆ D4AgEcol - DIGITALISATION FOR AGROECOLOGY

El proyecto D4AgEcol, coordinado por LEIBNIZ-INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK UND BIOÖKONOMIE EV, tiene como objetivo mostrar el potencial de la digitalización como facilitador para sistemas agrícolas agroecológicos en Europa. Reuniendo a 11 socios de países de una amplia gama de zonas pedoclimáticas en Europa, D4AgEcol llevará a cabo una evaluación holística de herramientas y tecnologías digitales basada en indicadores para la agroecología y consideraciones económicas. Los resultados proporcionarán información fresca que respaldará las políticas nacionales y europeas para la agroecología.

Desde su inicio en septiembre de 2022, D4AgEcol ha avanzado en la evaluación de herramientas y tecnologías digitales, identificando impulsores, barreras y riesgos de las tecnologías digitales para la transformación hacia la agroecología. Los resultados de este análisis alimentarán los roadmaps nacionales y europeos para la agroecología, indicando la necesidad de políticas ajustadas y una agenda de investigación e innovación tecnológica.

## ◆ TRAIT4.0: Transition to Agriculture 4.0: Increasing Crop Resiliency with Artificial Intelligence Technology



El proyecto TRAIT4.0, coordinado por COMPUTOMICS GMBH, aborda los desafíos de seguridad alimentaria global causados por condiciones climáticas extremas cada vez más frecuentes e intensas debido al cambio climático. El proyecto propone la tecnología xSeedScore®, basada en aprendizaje automático, para desarrollar variedades de cultivos más resistentes al clima, reduciendo el uso de tierra y agua y acortando el tiempo de comercialización.

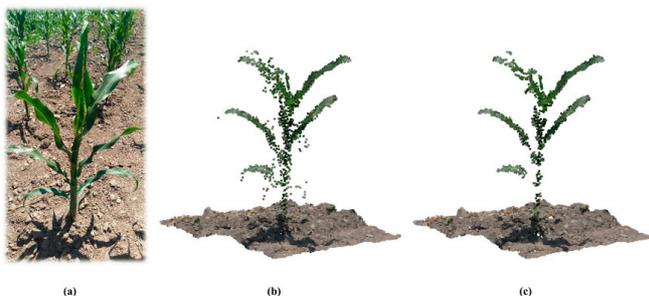
Desde su inicio en enero de 2023, TRAIT4.0 ha realizado avances significativos en el desarrollo de la tecnología xSeedScore®, revolucionando la cría de plantas. Se han logrado avances en la recolección e integración de datos, la exploración de datos ambientales, el desarrollo de bases de datos, la modelización computacional, la mejora de simulaciones y el procesamiento automatizado de datos.

El proyecto tiene el potencial de revolucionar la cría de cultivos al desarrollar variedades más resistentes al clima y al mismo tiempo más eficientes en el uso de recursos, lo que puede contribuir significativamente a la seguridad alimentaria global. Para garantizar el éxito y la adopción de la tecnología, se deben abordar necesidades clave como el acceso al mercado, la protección de la propiedad intelectual, la internacionalización y la colaboración con autoridades reguladoras.

### ◆ **CHAMELEON: A Holistic Approach to Sustainable, Digital EU Agriculture, Forestry, Livestock, and Rural Development based on Reconfigurable Aerial Enablers and Edge Artificial Intelligence-on-Demand Systems**

El proyecto CHAMELEON, coordinado por ACCELIGENCE LTD, tiene como objetivo diseñar y desplegar un dron ajustable y configurable para monitorear en tiempo real incluso en ubicaciones rurales remotas. Con la participación de 12 socios de 9 países europeos, CHAMELEON llevará a cabo tres pilotos en Grecia, España y Austria. La innovación clave del proyecto es un nuevo dron reconfigurable que podrá modificar su configuración y tamaño según la demanda, pudiendo desplegarse en grupos homogéneos o heterogéneos y para respaldar escenarios complejos, así como un conjunto de sistemas UVs modulares, interoperables y en red existentes.

El objetivo de CHAMELEON es introducir, desarrollar, probar y evaluar una red integrada de agentes colaboradores, equipados con capacidades avanzadas de detección cognitiva que puedan respaldar múltiples misiones a nivel táctico. La visión es aprovechar tecnologías y herramientas ya establecidas para ofrecer un sistema interoperable y reconfigurable capaz de soportar una amplia variedad de misiones heterogéneas en diversas condiciones ambientales. La innovación de CHAMELEON radica en un nuevo dron reconfigurable, el dron CHAMELEON, capaz de modificar su configuración y tamaño según la demanda, y un conjunto de sistemas UVs existentes, modulares, interoperables y en red. Además, CHAMELEON organizará dos convocatorias abiertas para atraer y seleccionar las mejores PYMEs de toda Europa, que recibirán fondos para generar productos, procesos y modelos de negocio con potencial de mercado en los clúster propuestos. El proyecto también proporcionará mentoría técnica y comercial a las PYMEs seleccionadas.



La solución CHAMELEON se demostrará y validará en tres sitios piloto en tres países europeos bajo condiciones operativas relevantes.

## ◆ FLEXIGROBOTS: Robots Flexibles para la Automatización Inteligente de Operaciones de Agricultura de Precisión



El proyecto FLEXIGROBOTS, coordinado por ATOS IT SOLUTIONS AND SERVICES IBERIA SL, tiene como objetivo aumentar la versatilidad de la robótica agrícola mediante el desarrollo de una plataforma que permita construir sistemas heterogéneos de múltiples robots, lo que permitirá una flexibilidad mejorada al utilizar robots existentes para múltiples tareas.

A pesar de la creciente adopción de robots agrícolas, la cantidad de tareas discretas a automatizar reduce significativamente la flexibilidad de las soluciones actuales, lo que impacta la eficiencia y limita su adopción. FLEXIGROBOTS busca abordar este desafío desarrollando una plataforma que facilite la colaboración entre diferentes robots para cumplir misiones complejas, permitiendo una mayor autonomía operativa y precisión mientras reduce los costos y fomenta la inversión en robótica.

El proyecto ha progresado hacia el logro de sus objetivos mediante el análisis de los requisitos de las partes interesadas, el establecimiento de una infraestructura de IA y espacio de datos para la agricultura, el desarrollo de modelos de IA horizontal y la implementación de un centro de control de misiones. Los pilotos realizados en diferentes tipos de cultivos y con varios tipos de robots han demostrado el progreso más allá del estado del arte en varias áreas, como la detección de enfermedades mediante imágenes de UAV y la mejora de la robótica para tareas agrícolas.

Se espera que FLEXIGROBOTS tenga un impacto socioeconómico positivo al facilitar el intercambio de datos entre las partes interesadas, aumentar la adopción de la robótica en la agricultura y mejorar la eficiencia de las operaciones agrícolas de precisión.

## ◆ **BeCrop: Plataforma inteligente basada en microbioma para la detección temprana de amenazas biológicas en la agricultura**

El proyecto BeCrop es una plataforma inteligente basada en el microbioma para la detección temprana de amenazas biológicas en la agricultura. Se centra en el diagnóstico inteligente del riesgo biológico en la agricultura mediante la comprensión profunda de las interacciones microbianas en el suelo. Utiliza tecnologías de secuenciación de ADN y algoritmos de inteligencia artificial para investigar la red compleja de microorganismos en el suelo y proporcionar información detallada sobre el estado de salud del suelo, diagnosticar riesgos de enfermedades de cultivos y detectar deficiencias nutricionales.



## ◆ **BACCHUS: Plataformas Robóticas Móviles para Inspección Activa y Cosecha en Áreas Agrícolas**



El proyecto BACCHUS se enfoca en desarrollar un sistema robótico inteligente para la inspección activa y la cosecha selectiva en áreas agrícolas. Utiliza plataformas móviles autónomas con manipuladores duales para inspeccionar y cosechar cultivos de alto valor de manera selectiva. El objetivo es mejorar la productividad agrícola y las condiciones de trabajo mediante la automatización inteligente de las operaciones de cosecha.

## 3.2 Ganadería

### ◆ CATTLECHAIN 4.0: Mejorando la productividad agrícola y garantizando la trazabilidad y bienestar del GANADO con Blockchain



CATTLECHAIN 4.0 tiene como objetivo desarrollar herramientas innovadoras que puedan restaurar el interés y la actividad para las generaciones más jóvenes en la agricultura, asegurando al mismo tiempo la plena transparencia de la cadena de suministro. Al registrar diferentes parámetros de las vacas y analizar los datos con algoritmos de inteligencia artificial, se proporciona a los agricultores una herramienta de apoyo a la toma de decisiones sobre su ganado.

El proyecto busca abordar los desafíos complejos que enfrenta el sector ganadero europeo, que incluyen la eficiencia económica, el envejecimiento de la población rural y la demanda creciente de información sobre la calidad y seguridad alimentaria. CATTLECHAIN 4.0 desarrolla una solución integral inteligente para apoyar al sector ganadero de la UE en la mejora de la eficiencia, la sostenibilidad y el bienestar animal, al tiempo que promueve la transparencia en la cadena de suministro.

Durante el proyecto se desarrolló una solución tecnológica para mejorar la rentabilidad de las granjas de carne, mejorar la salud y el bienestar animal, y aumentar la transparencia en los productos cárnicos que llegan al consumidor final. Se desarrollaron dispositivos IoT para monitorear diferentes variables de los animales y su entorno, así como algoritmos de inteligencia artificial para el monitoreo animal y la toma de decisiones en la gestión de las granjas. Se implementó una plataforma interoperable basada en FIWARE con capacidades de trazabilidad blockchain.

Los resultados del proyecto incluyen una nueva generación de dispositivos portátiles IoT para monitorear las condiciones de los animales, aplicaciones y utilidades para mejorar la gestión de las granjas, y trazabilidad IoT desde la granja hasta el consumidor a través de la tecnología blockchain. Estas innovaciones tienen el potencial de aumentar la rentabilidad de las granjas, mejorar el bienestar animal y proporcionar una mayor transparencia en la cadena de suministro de carne.

## ◆ **SERKET: Inteligencia Artificial para la Gestión de la Salud del Ganado**

SERKET es un innovador y disruptivo software de reconocimiento animal capaz de recopilar datos utilizando cámaras de seguridad estándar, analizar los datos mediante un algoritmo de inteligencia artificial propietario y definir automáticamente la mejor estrategia para la gestión de la salud del ganado.

El proyecto se centró en evaluar y comparar la mejor solución para el componente de hardware más costoso del sistema SERKET, seleccionar el primer sitio de validación a gran escala, definir el procedimiento de certificación, evaluar el tamaño y las necesidades del mercado, establecer asociaciones con integradores de sistemas y otros socios de la cadena de valor, cuantificar las necesidades financieras para la escala tecnológica y la adopción del mercado, seleccionar el modelo de negocio y definir la estrategia de entrada al mercado.



El proyecto llevó a cabo actividades para evaluar y comparar soluciones de hardware, seleccionar sitios de validación, definir procedimientos de certificación, evaluar el mercado y las necesidades, establecer asociaciones, cuantificar las necesidades financieras, seleccionar el modelo de negocio y definir la estrategia de entrada al mercado.

Se espera que SERKET tenga un impacto sin precedentes en la industria porcina, permitiendo la reducción del uso de antibióticos, la disminución de la tasa de mortalidad animal, la optimización de la gestión de las granjas y el cumplimiento de los requisitos de bienestar animal.

## ◆ **Digi4Live: Apoyando el Potencial de Soluciones Digitales y Basadas en Datos para el Seguimiento del Ganado**

El proyecto Digi4Live, coordinado por LUONNONVARAKESKUS, se inició el 1 de enero de 2024 y está programado para finalizar el 30 de junio de 2028. Su objetivo principal es aumentar la capacidad de los actores del sector ganadero en toda Europa para beneficiarse de las tecnologías digitales y generadoras de datos, promoviendo un negocio ganadero sostenible en términos económicos, ambientales y sociales.

Hasta la fecha, Digi4Live ha reunido a más de 1.000 organizaciones e iniciativas en toda Europa para co-crear conceptos digitales y de datos en seis hubs de estudio de casos temáticos. Estos esfuerzos están dirigidos a impulsar la colaboración entre las iniciativas de I+D en todos los Estados miembros de la UE y más allá. Digi4Live busca desarrollar estándares y regulaciones armonizadas, así como proporcionar evidencia sobre cómo la administración pública y la evaluación de políticas, las empresas y los consumidores pueden beneficiarse de las tecnologías digitales. Con un enfoque integrado, el proyecto tiene como objetivo mejorar significativamente el uso de datos en beneficio de la ciencia, la política y los negocios.

## ◆ **GLOMICAVE: Integración Global de Datos Ómicos en los Sectores Animal, Vegetal y Ambiental**

El proyecto GLOMICAVE, coordinado por FUNDACIO EURECAT, comenzó el 1 de noviembre de 2020 y tiene previsto finalizar el 30 de abril de 2024. Su objetivo principal es construir sistemas que permitan la integración de datos de experimentos ómicos a gran escala, con el fin de entender mejor los vínculos entre los genotipos y fenotipos en diversos sectores. A través de una plataforma basada en la nube para el análisis de datos ómicos, GLOMICAVE busca facilitar la identificación y comprensión de nuevos vínculos entre genotipos y fenotipos aplicables en diferentes dominios, como el ganadero, la agrobiotecnología y el medio ambiente.



Hasta la fecha, GLOMICAVE ha desarrollado una plataforma que integra diversas bases de datos ómicas y ha completado la integración del módulo de enriquecimiento de vías metabólicas. Además, ha avanzado en la validación de su enfoque en tres sectores industriales diferentes, abordando desafíos específicos en seis casos de negocio. El proyecto también ha progresado en el diseño de la arquitectura de la plataforma y ha logrado la protección de su tecnología mediante patentes.

## ◆ **INSYLO: Solución IoT Disruptiva para Optimizar la Cadena de Suministro de Alimentación Animal**

INSYLO es un proyecto financiado por la UE que tiene como objetivo abordar la falta de soluciones confiables y rentables para monitorear de forma remota los niveles de stock de alimentos en silos de animales. A través de un dispositivo IoT combinado con una plataforma en la nube, INSYLO permite a los proveedores de alimentos optimizar su cadena de suministro al prever la demanda de alimentos y organizar la reposición de los silos de manera eficiente. El proyecto ha desarrollado una versión comercial de su hardware y software, desplegado y probado 343 dispositivos en España y el Reino Unido, y obtenido protección de patentes. INSYLO ha alcanzado acuerdos precomerciales con clientes potenciales y proyecta una participación de mercado global del 2,13% para 2025.



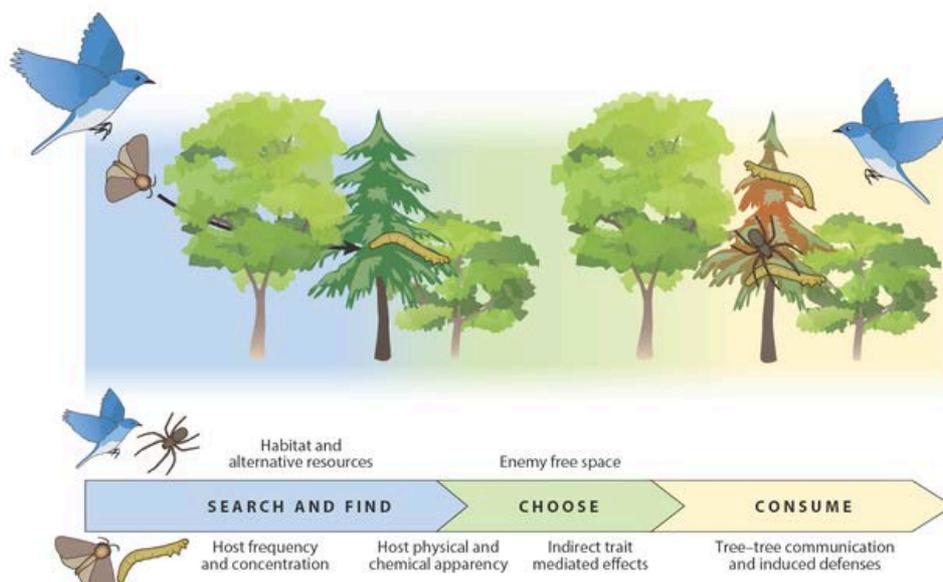
### 3.3 Silvicultura

#### ◆ **HOMED: Gestión Holística de Plagas y Enfermedades Forestales Emergentes**

El proyecto HOMED, coordinado por el Instituto Nacional de Investigación para la Agricultura, la Alimentación y el Medio Ambiente de Francia, comenzó en octubre de 2018 y concluyó en septiembre de 2022. Su objetivo es proporcionar un conjunto completo de herramientas prácticas e innovadoras basadas en la ciencia para evaluar y controlar plagas y patógenos emergentes o invasivos que amenazan los bosques de la Unión Europea. Siguiendo un enfoque holístico y multiactor, HOMED aborda las diversas fases de invasión y desarrolla métodos de mitigación para la prevención, detección y control. Con la colaboración de expertos y partes interesadas, el proyecto ha logrado avances significativos, desde la implementación de plantaciones centinelas en países exportadores hasta el desarrollo de aplicaciones móviles para el monitoreo ciudadano de plagas.

HOMED ha avanzado en múltiples frentes, desde el desarrollo de trampas innovadoras para la detección temprana de plagas hasta la investigación sobre estrategias integradas de erradicación y control. Se han realizado modelos predictivos para identificar áreas de alto riesgo de introducción y establecimiento de especies invasoras en Europa, mientras que nuevas herramientas basadas en tecnologías de vanguardia, como sensores electrónicos y drones, han mejorado significativamente la capacidad de detección y diagnóstico de plagas y enfermedades. Además, el proyecto ha destacado la importancia de la colaboración entre científicos y partes interesadas, incluidos gestores forestales y agencias de bioseguridad, para garantizar la efectividad y la aplicabilidad práctica de las soluciones desarrolladas.

En resumen, HOMED ha logrado avances significativos en la gestión holística de plagas y enfermedades forestales emergentes en la Unión Europea. Al proporcionar herramientas y métodos innovadores basados en la ciencia, el proyecto ha contribuido a reducir las pérdidas económicas y a preservar los servicios ecosistémicos críticos proporcionados por los bosques europeos. Además, al fomentar la colaboración entre diversos actores y al compartir conocimientos y herramientas prácticas, HOMED ha sentado las bases para una gestión más efectiva y sostenible de la salud forestal en Europa.



## ◆ **RESDINET: Red para Nuevas Tecnologías de Teledetección en Ecología de Disturbios Forestales**

El proyecto RESDINET, coordinado por el Instituto de Ecología Forestal de la Academia Eslovaca de Ciencias, comenzó en enero de 2023 y está programado para finalizar en diciembre de 2025. Su objetivo es mejorar la capacidad científica en Eslovaquia en el uso de tecnologías de teledetección para el análisis de disturbios forestales, en colaboración con instituciones de investigación de alto nivel en la UE. RESDINET se enfoca en aplicar tecnologías de teledetección innovadoras para analizar disturbios causados por insectos en bosques de montaña en Eslovaquia y bosques boreales en Finlandia y Suecia. A través de la integración de datos obtenidos por UAV, tecnologías de teledetección y mediciones de campo, el proyecto busca desarrollar nuevas herramientas para la detección temprana y la evaluación de riesgos de infestaciones de escarabajos descortezadores.

El proyecto RESDINET ha avanzado en la creación de una red de colaboración sólida entre instituciones de investigación en Europa, centrándose en el intercambio de conocimientos y mejores prácticas en el uso de tecnologías de teledetección para la ecología de disturbios forestales. Mediante rigurosos análisis de disturbios forestales causados por insectos en áreas de montaña y bosques boreales, RESDINET ha generado datos y herramientas valiosas para mejorar la comprensión y la gestión de estos eventos. Además, el proyecto ha destacado la importancia del uso de tecnologías innovadoras, como drones y redes neuronales convolucionales, para desarrollar nuevas herramientas de monitoreo y evaluación de riesgos.

En resumen, RESDINET ha contribuido significativamente a mejorar la capacidad de Eslovaquia en el uso de tecnologías de teledetección para la ecología de disturbios forestales. Al establecer una red de colaboración internacional y al desarrollar nuevas herramientas y métodos basados en tecnologías innovadoras, el proyecto ha sentado las bases para una gestión más efectiva y sostenible de la salud forestal en Europa. Además, al centrarse en áreas de alto riesgo y en el desarrollo de herramientas específicas para la detección y evaluación de infestaciones de escarabajos descortezadores, RESDINET tiene el potencial de generar un impacto significativo en la mitigación y prevención de disturbios forestales en la región.

## ◆ **DIGIFOREST: Analítica Digital y Robótica para la Silvicultura Sostenible**

El proyecto DIGIFOREST, financiado por la UE, tiene como objetivo mejorar la monitorización forestal y la gestión de datos mediante el uso de robots y la inteligencia artificial. Iniciado en septiembre de 2022 y con finalización prevista para febrero de 2026, DIGIFOREST busca revolucionar la adquisición, organización y análisis de datos espaciales, brindando a los operadores forestales información precisa sobre el estado de sus bosques hasta el nivel de árbol individual. Esto permitirá una modelización más precisa del crecimiento forestal y predicciones exactas de rendimientos de madera, además de facilitar la planificación de operaciones de tala y la cuantificación de la captura de carbono. El proyecto prevé el desarrollo de un ecosistema de robots heterogéneos para recopilar y actualizar representaciones espaciales en 3D de los bosques, así como la creación de mapas forestales a gran escala alimentados por aprendizaje automático y IA espacial.

La colaboración entre instituciones líderes en tecnología y ciencias forestales, como la TECHNISCHE UNIVERSITAET MUENCHEN en Alemania y otros socios en Noruega, Finlandia y los Países Bajos, asegura la implementación efectiva del proyecto. A través de ensayos de campo ambiciosos y la participación activa de empresas forestales e industriales, DIGIFOREST busca demostrar su progreso y abrir vías comerciales para su implementación a gran escala. Con un enfoque en la automatización sostenible de la silvicultura y la mejora de la gestión forestal basada en datos, DIGIFOREST tiene el potencial de impulsar la eficiencia y la sostenibilidad en el sector forestal europeo y más allá.



### ◆ **DFD: Drones Profundos para Mapeo y Análisis Forestal con Inteligencia Artificial**

El proyecto DFD, financiado por la UE y coordinado por DEEP FORESTRY AB en Suecia, tiene como objetivo revolucionar el mapeo forestal mediante el desarrollo de drones autónomos que vuelan por debajo del dosel arbóreo, proporcionando herramientas de análisis precisas para profesionales forestales. Iniciado en enero de 2020 y concluido en abril de 2020, DFD se centra en la automatización y la aplicación de inteligencia artificial para proporcionar datos detallados sobre características forestales como la calidad de la madera, la especie, el volumen y la topografía del terreno. Al superar las limitaciones de los métodos de mapeo tradicionales, DFD ofrece una solución innovadora para la gestión forestal sostenible, con un potencial impacto significativo en la productividad y la rentabilidad del sector.

Durante el período de informe inicial, DEEP FORESTRY AB validó su modelo de negocio y estrategia de precios, identificando usuarios de referencia y socios potenciales para proyectos piloto industriales. La tecnología de drones autónomos y IA de DFD ha demostrado un fuerte potencial comercial, con una alta demanda en múltiples industrias. Al proporcionar una mayor cantidad de datos precisos en la cadena de valor forestal, DFD tiene el potencial de mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad para las empresas forestales, al tiempo que contribuye a la gestión sostenible de los recursos forestales y la mitigación del cambio climático.



## ◆ I-Wood: Inteligencia Forestal - Redes Robóticas Inspiradas en la Red de Árboles

El proyecto I-Wood, financiado por el Consejo Europeo de Investigación (ERC), tiene como objetivo recrear las redes de plantas y hongos subterráneos conocidas como Redes de Madera Ancha, mediante el desarrollo de modelos virtuales y redes robóticas físicas. Coordinado por la FONDAZIONE ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA en Italia, I-Wood busca imitar las interacciones planta-hongo para desarrollar robots inspirados en plantas capaces de explorar el suelo, intercambiar información y comportarse colectivamente. Al estudiar, extraer y formalizar las reglas de interacción planta-hongo, I-Wood pretende revolucionar la robótica y la IA, ofreciendo nuevas perspectivas sobre las comunidades vegetales con importantes implicaciones para la biodiversidad y la protección del clima.

Iniciado en mayo de 2021 y programado para concluir en abril de 2026, I-Wood utiliza un enfoque multidisciplinario para desarrollar sistemas inteligentes distribuidos que imitan el crecimiento y comportamiento de las plantas en un entorno dinámico. A través de pruebas en redes sociales mixtas y la interacción con plantas reales, el proyecto demostrará el impacto y la viabilidad de su enfoque. Al combinar robótica, IA y conocimientos botánicos, I-Wood allana el camino para nuevos paradigmas en la gestión forestal sostenible y la conservación del medio ambiente.

## 3.4 Floricultura

### ◆ **DEF POLL: Orígenes de la Diversidad de Rasgos en Plantas con Flor: Comprendiendo las Interacciones entre la Defensa de la Planta y la Polinización mediante Estudios Moleculares, Fenotípicos y Ecológicos de la Selección Natural**

El proyecto DEF POLL, financiado por el Consejo Europeo de Investigación (ERC), tiene como objetivo abordar la interacción entre la defensa de las plantas y la reproducción, dos aspectos fundamentales en la diversidad de las plantas con flores. A través de estudios moleculares, fenotípicos y ecológicos de la selección natural, DEF POLL busca comprender cómo la variación en la reproducción sexual de las plantas afecta las interacciones con polinizadores y herbívoros, así como su impacto en la aptitud de la planta y la evolución de los rasgos de defensa y polinización. A pesar de los avances en la investigación de estos temas, sigue siendo un área poco explorada, y DEF POLL pretende llenar este vacío de conocimiento utilizando técnicas de edición del genoma y análisis de expresión génica para estudiar la variación en los rasgos de defensa y polinización.

Durante el período de informe inicial, DEF POLL se centró en el desarrollo de genotipos "neo-auto-polinizantes" utilizando tecnología CRISPR, así como en la realización de experimentos seminaturales para estudiar cómo los herbívoros y los polinizadores imponen selección natural en los rasgos de la planta. Aunque el proyecto fue interrumpido antes de lo previsto debido a cambios regulatorios en la tecnología CRISPR, se lograron avances significativos en la comprensión de las interacciones entre la reproducción y la defensa de las plantas. A pesar de la terminación temprana del proyecto, los resultados obtenidos hasta el momento proporcionan una base sólida para futuras investigaciones en este campo.

### ◆ **BeeOimpact: De las Abejas como Servicio (BaaS) a Software como Servicio (SaaS) para Mejorar la Biodiversidad y Reducir la Contaminación**

En un contexto de preocupante declive de la biodiversidad global y aumento de la contaminación mal monitoreada, el proyecto BeeOimpact, financiado por el Consejo Europeo de Innovación (EIC), busca desarrollar una plataforma revolucionaria de software como servicio que aproveche el potencial del ecosistema de las abejas para extraer datos y métricas valiosas sobre biodiversidad y contaminación. Mediante el análisis de muestras de polen recolectadas por las abejas y utilizando tecnologías de inteligencia artificial, minería de datos y aprendizaje automático, BeeOimpact proporciona una evaluación de la biodiversidad y los niveles de contaminación de un sitio con solo un clic, ofreciendo soluciones dirigidas para mejorar la biodiversidad y reducir la contaminación.

Iniciado en marzo de 2023 y programado para concluir en diciembre de 2024, BeeOimpact tiene como objetivo aprovechar el incansable trabajo de las abejas para recopilar datos valiosos sobre el medio ambiente y utilizar esa información para promover la conservación de la biodiversidad y la reducción de la contaminación. Al centrarse en soluciones basadas en la naturaleza, BeeOimpact ofrece un enfoque innovador para abordar los desafíos ambientales actuales y futuros, con un potencial impacto significativo en la salud del ecosistema y la calidad de vida humana.

## 4. Marco regulatorio

### 4.1 Marco regulatorio internacional

En diversos países a nivel global, se han promulgado y están en curso políticas y marcos legales destinados a regular la Inteligencia Artificial y sus diversas aplicaciones. Contar con un marco regulatorio adecuado para la Inteligencia Artificial radica en su capacidad para garantizar un uso ético y responsable de esta tecnología emergente. Un marco regulatorio sólido puede proporcionar directrices claras para el desarrollo y la implementación de la IA, asegurando que se respeten los derechos fundamentales y se minimicen los riesgos potenciales. Además, puede fomentar la confianza en la IA al establecer estándares de transparencia y responsabilidad, y al garantizar que los sistemas de IA sean justos, seguros y beneficiosos. En última instancia, un marco regulatorio adecuado es esencial para equilibrar el rápido progreso tecnológico con la necesidad de proteger a los individuos y a la sociedad en su conjunto.

La diversidad de enfoques regulatorios adoptados por diferentes países es crucial para el desarrollo y la competitividad de la industria de la Inteligencia Artificial donde cada país enfrenta el desafío de regular la IA de acuerdo con sus propias necesidades y prioridades. Recursos como el IAPP AI Global Law and Policy Tracker mantienen un monitoreo de las políticas y regulaciones de Inteligencia Artificial en el mundo, incluyendo 24 países en su reporte de febrero de 2024 [1]. Entre estos cabe destacar:

**Unión Europea:** La estrategia de Inteligencia Artificial de la Unión Europea se centra en la excelencia y la confianza, con el objetivo de impulsar la investigación y la capacidad industrial, garantizando al mismo tiempo la seguridad y los derechos fundamentales [2]. Como parte de su estrategia digital, la Unión Europea busca regular la IA para garantizar mejores condiciones de desarrollo y uso de esta tecnología innovadora. En 2021 se propuso el primer marco regulatorio para IA, con el objetivo de garantizar el desarrollo y la implementación responsables de tecnologías de IA. Estas medidas abordan áreas críticas como la transparencia, la gestión de riesgos y el uso ético y establece una serie de obligaciones para la IA en función de sus riesgos potenciales y su nivel de impacto [3]:

- **Riesgo Inaceptable:** Los sistemas de IA de riesgo inaceptable son los que se consideran una amenaza para las personas y serán prohibidos. Incluyen: manipulación cognitiva del comportamiento de personas o grupos vulnerables específicos, puntuación social, y sistemas de identificación biométrica en tiempo real y a distancia, como el reconocimiento facial.
- **Riesgo Alto:** Los sistemas de IA de alto riesgo deben cumplir con obligaciones estrictas antes de su entrada al mercado. Estas obligaciones incluyen la transparencia, la supervisión humana, la precisión y la seguridad.
- **Riesgo Limitado:** Los sistemas de IA de riesgo limitado, como los chatbots, deben cumplir con requisitos de transparencia.
- **Riesgo Mínimo:** Los sistemas de IA de riesgo mínimo, como los videojuegos de IA, no están sujetos a las obligaciones de la ley.

En enero de 2024, la Comisión puso en marcha el paquete de innovación en materia de IA para apoyar a las empresas emergentes de inteligencia artificial y a las pymes. Este paquete incluye varias medidas para apoyar a las startups y pymes europeas en el desarrollo de una IA fiable que respete los valores y las normas de la UE.

En marzo de 2024, el Parlamento Europeo aprobó la Ley de Inteligencia Artificial que garantiza la seguridad y el respeto de los derechos fundamentales al tiempo que impulsa la innovación [4].

La nueva normativa establece obligaciones para proveedores y usuarios en función del nivel de riesgo de la IA. Aunque muchos sistemas de IA plantean un riesgo mínimo, es necesario evaluarlos todos. Las nuevas normas prohíben ciertas aplicaciones de inteligencia artificial que atentan contra los derechos de la ciudadanía, como los sistemas de categorización biométrica basados en características sensibles y la captura indiscriminada de imágenes faciales de internet o grabaciones de cámaras de vigilancia para crear bases de datos de reconocimiento facial.

También se prohibirán el reconocimiento de emociones en el lugar de trabajo y en las escuelas, los sistemas de puntuación ciudadana, la actuación policial predictiva (cuando se base únicamente en el perfil de una persona o en la evaluación de sus características) y la IA que manipule el comportamiento humano o explote las vulnerabilidades de las personas.



**Estados Unidos:** En 2023 se emite la orden ejecutiva de Desarrollo y uso seguro y confiables de IA que establece un esfuerzo para guiar el desarrollo y despliegue responsable de la IA a través del liderazgo de las agencias federales, la regulación de la industria y la participación con socios internacionales [5]. Dentro de los proyectos de ley y leyes vigentes se encuentran:

- Ley de Formación en IA: Esta ley adopta un enfoque de gestión de riesgos para la adquisición de IA por parte de las agencias federales. La ley tiene como objetivo establecer las mejores prácticas para educar a aquellos encargados de la adquisición, logística, gestión de proyectos, etc., sobre la IA, sus usos, riesgos y consideraciones clave entre otros [6].
- Ley de IA en Gobierno: La ley garantiza que el uso de la IA en todo el gobierno federal sea efectivo, ético y responsable al proporcionar recursos y orientación a las agencias federales. Esta legislación requiere que la Oficina de Administración y Presupuesto (OMB) proporcione orientación para el uso de la IA por parte de las agencias dentro de los 270 días posteriores a su promulgación [7].
- Ley de Responsabilidad Algorítmica: Esta ley propuesta requeriría que las empresas evalúen los impactos de los sistemas de IA que utilizan y venden, crea una nueva transparencia sobre cuándo y cómo se utilizan dichos sistemas, y empodera a los consumidores para tomar decisiones informadas cuando interactúan con sistemas de IA [8].
- Ley de la Comisión Nacional de IA: Esta ley propuesta establecería una comisión bipartidista de 20 expertos para redactar una propuesta para un marco regulatorio integral sobre IA. Esta Comisión Nacional de IA revisaría los esfuerzos regulatorios existentes y propuestos en los Estados Unidos y en el extranjero, seleccionando aspectos para ser incorporados en un solo marco [9].

**India:** En 2018, India presentó su Estrategia Nacional para la Inteligencia Artificial, la cual se enfoca en aprovechar tecnologías emergentes para fomentar un crecimiento social e inclusivo alineado con la visión de desarrollo del gobierno [10]. El documento identifica diversas barreras que deben superarse para alcanzar estos objetivos, como la falta generalizada de experiencia en investigación y aplicación de IA, la ausencia de ecosistemas de datos sólidos, el elevado costo de recursos y la baja conciencia sobre la adopción de IA, las preocupaciones en torno a la privacidad y seguridad, y la falta de un enfoque colaborativo en la adopción y aplicación de IA.

En diciembre de 2023, India organizó una cumbre que reunió a expertos de 29 países con el objetivo de buscar una mayor regulación de la IA [11]. El primer ministro indio, instó a los participantes a avanzar en el desarrollo de la tecnología de IA para garantizar un desarrollo social y un crecimiento inclusivo, sin perder de vista desafíos como el uso de imágenes ultrafalsas o “deepfake”. Además, India ha introducido iniciativas y directrices para fomentar el desarrollo y despliegue responsables de tecnologías de IA. Hasta marzo de 2024, el país mantenía una postura contraria a la regulación de esta tecnología. No obstante, recientemente emitió un aviso que advierte a las empresas desarrolladoras de herramientas de IA sobre la necesidad de obtener la aprobación del gobierno antes de lanzar sus productos en internet [12].

**China:** En China hay varias leyes ya vigentes en la regulación y el desarrollo de la Inteligencia Artificial. El plan de Desarrollo de la IA de este país ha establecido la IA como una parte integral de su Plan Estratégico Nacional desde 2016. El gobierno ha adoptado numerosas políticas para apoyar el desarrollo de la IA, que van desde la protección del capital y la propiedad intelectual hasta el desarrollo de los recursos humanos y la cooperación internacional. Algunas de estas leyes son:

- Regulación de la IA Generativa: En 2023, China publicó nuevas normas sobre la IA generativa, estas normas solo se aplicarán a los servicios disponibles para el público en general en China, y están exentas las tecnologías desarrolladas en instituciones de investigación o destinadas a usuarios extranjeros. Las normas también requieren que los proveedores de servicios de IA generativa realicen revisiones de seguridad y registren sus algoritmos ante el gobierno si sus servicios pueden influir en la opinión pública o pueden “movilizar” al público [13].
- Código Ético de la IA: En 2021, el Ministerio de Ciencia y Tecnología de China publicó un código ético para regular los modelos de IA existentes o en desarrollo. Este código incluye directrices para que la IA no sea usada con fines ilegales o ilícitos: mejorar el bienestar humano; promover la equidad; la transparencia y la justicia; proteger la privacidad y la seguridad; y aumentar la educación ética [14].



**Chile:** En sudamérica Chile ha sido pionero en términos de políticas públicas de IA. En 2021, Chile publicó su primera Política Nacional de IA. Esta política aún está vigente y se compone de tres ejes [15]:

- Factores Habilitantes: Se refiere a los elementos necesarios para el desarrollo y adopción de la IA, como la infraestructura de datos, la formación de capital humano avanzado, y la investigación y conectividad.
- Desarrollo y Adopción: Este eje se enfoca en cómo se puede fomentar el uso y desarrollo de la IA en diferentes sectores, incluyendo el sector silvoagropecuario.
- Gobernanza y Ética: Este eje aborda las cuestiones éticas y de gobernanza relacionadas con la IA.

Además de la Política Nacional de IA, Chile ha estado trabajando en la regulación de la IA. Un proyecto de ley que regula los sistemas de inteligencia artificial fue aprobado en general por la Comisión de Futuro de la Cámara [16].

El objetivo principal del proyecto es establecer un área de soberanía digital para los sistemas de inteligencia artificial. El proyecto pretende imponer límites, formalidades y requisitos de implementación y aplicación, con su cumplimiento exigible a personas naturales o jurídicas que operen con sistemas de inteligencia artificial, la robótica y las tecnologías conexas en sus distintos ámbitos de aplicación.

El proyecto también aborda la regulación de la responsabilidad civil y los derechos de propiedad intelectual, así como la privacidad de los consumidores y el tratamiento de datos personales en los ámbitos penal, educativo, cultural y audiovisual.

En respuesta al rápido avance de la IA generativa, en 2024 la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) de Chile llevó a cabo una consulta ciudadana en línea como parte de un proceso participativo para actualizar el Eje 3 de Gobernanza y Ética de la Política Nacional de Inteligencia Artificial. La consulta, que estuvo abierta entre el 15 de enero y el 15 de marzo de 2024, buscaba dar a conocer la propuesta de actualización y recoger las opiniones y comentarios de la ciudadanía para enriquecer la política de IA. La propuesta actual de actualización de Eje 3 de la Política sobre Gobernanza y Ética incluye nuevos temas como: Articulación Internacional, Medio ambiente y crisis climática, Niños, niñas y adolescentes, Cultura y preservación del patrimonio cultural [17].

Adicionalmente Chile se posiciona en el primer lugar del Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial incluyendo el tópico de Gobernanza con los indicadores: Estrategia de IA, Involucramiento de la sociedad e Institucionalidad [18].

## 4.2 Análisis de las políticas y legislaciones sobre IA en Chile

Si bien Chile presenta una posición de liderazgo en la región, la legislación actual muestra un enfoque menos comprensivo como pueden ser otras legislaciones en el mundo. De esta forma se pueden hablar de fortalezas, debilidades en esta área, siempre considerando la rápida evolución de esta tecnología.

### Fortalezas:

- La legislación de IA en Chile busca equilibrar la protección de los derechos de las personas con la competitividad en investigación, desarrollo e innovación en IA.
- Las regulaciones de IA en Chile buscan crear un bloque normativo sólido de regulación multinivel, donde se combinen diversos instrumentos regulatorios.

### Debilidades:

- Aunque las políticas de IA en Chile han logrado avances significativos, aún existen desafíos legales y regulatorios, como la falta de certeza respecto a las fuentes utilizadas, la incertidumbre en protección de datos personales, la existencia de sesgos en los algoritmos que generan contenido, y problemas de seguridad.
- A pesar de los esfuerzos por regular la IA, la ley se enfoca principalmente en medidas defensivas y punitivas, haciendo hincapié en la fiscalización y regulación de la actividad.
- Aunque las regulaciones de IA en Chile ya imponen obligaciones a los responsables de estos sistemas, algunas características específicas de la IA, como la falta de transparencia algorítmica, pueden dificultar la aplicación y el cumplimiento legal.

Considerando el impacto de estas leyes y las posibles aplicaciones de esta tecnología en el sector silvoagropecuario, se puede hablar de desafíos como:

- Acceso a datos, el acceso a datos relevantes, de alta calidad y en un volumen suficiente, especialmente si estos están protegidos o restringidos por la ley.
- Las regulaciones y políticas existentes pueden no estar adecuadamente adaptadas para la rápida evolución de la tecnología que utiliza IA. Esto puede crear incertidumbre y dificultades para las empresas y los agricultores que deseen implementar tecnologías de IA.
- Los desafíos éticos y de privacidad como quien asume la responsabilidad en caso de errores cometidos por sistemas de IA que resulten en daños. De la misma forma, se debe asegurar la protección de datos personales y garantizar la privacidad al utilizar sistemas que pueden ser de otros países con otras legislaciones.

## 5. Síntesis y conclusiones generales

### Sobre el panorama general:

La revisión de las tendencias de patentamiento revela un crecimiento exponencial en el número de patentes relacionadas con la inteligencia artificial aplicada al sector silvoagropecuario entre los años 2018 y 2024. Este aumento refleja no solo un interés creciente en la investigación y desarrollo tecnológico sino también una conciencia sobre el potencial transformador de la IA para enfrentar desafíos críticos en agricultura, ganadería, silvicultura y floricultura. A pesar de una leve disminución observada en 2023, el repunte en el interés y la actividad de patentamiento a inicios de 2024 sugiere una dinámica de recuperación y adaptación, destacando la IA como un campo en constante evolución y con una relevancia creciente para el sector.

El análisis de las áreas tecnológicas más patentadas da cuenta de la focalización en tecnologías de procesamiento de imágenes, aprendizaje profundo y sistemas neuronales, indicando una preferencia por soluciones que mejoran la eficiencia y precisión en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de cultivos y ganado. Estas áreas muestran un enfoque en la automatización y el análisis de datos para optimizar la producción y gestión de recursos, reflejando el esfuerzo por incorporar tecnologías de vanguardia para abordar problemáticas de sustentabilidad y productividad en el sector. La diversidad en las áreas de aplicación demuestra una visión amplia hacia la adaptabilidad y la aplicación multifacética de la IA, preparando el terreno para innovaciones disruptivas que pueden redefinir prácticas tradicionales.

La sección sobre patentes recientes destaca casos particulares de innovaciones que representan avances significativos en las áreas tecnológicas dominantes. Estas patentes dan señales sobre el énfasis dado a la I+D. La atención a estas innovaciones recientes subraya la importancia de mantener un enfoque proactivo y receptivo ante el ritmo acelerado de cambio en la tecnología y su aplicación en el ámbito silvoagropecuario.



## **Sobre los campos de aplicación de la IA:**

La aplicación de la IA en la agricultura ha demostrado ser un motor de innovación y eficiencia, transformando prácticas agrícolas desde la siembra hasta la cosecha. El análisis de tendencias da cuenta de un crecimiento sostenido en soluciones de IA diseñadas para optimizar el rendimiento de los cultivos, mejorar la gestión de recursos y enfrentar desafíos como el cambio climático y la sostenibilidad. Las tecnologías emergentes, como el aprendizaje profundo y el análisis de imagen, están facilitando avances significativos en la agricultura de precisión, permitiendo a los agricultores tomar decisiones basadas en datos en tiempo real.

En la ganadería, la incorporación de tecnologías de inteligencia artificial remodela la forma en que se manejan las operaciones pecuarias. Las innovaciones en IA están revolucionando la monitorización y el bienestar animal, la optimización de la alimentación, y la prevención de enfermedades, contribuyendo a sistemas de producción más eficientes y humanitarios. El análisis de patentes revela un creciente interés en soluciones que permiten un manejo más preciso y personalizado del ganado, desde sistemas de seguimiento en tiempo real hasta algoritmos predictivos para la salud animal.

En silvicultura y floricultura se destaca cómo la inteligencia artificial está encontrando aplicaciones en el manejo y conservación de bosques, así como en la optimización de la producción floral. En silvicultura, la IA está facilitando la gestión forestal sostenible mediante el monitoreo de la salud del bosque, la predicción de incendios y la optimización de la reforestación. Por otro lado, en la floricultura, la IA pone foco desde la mejora genética hasta el control de calidad y la logística.

## **Sobre la potencial implementación de innovaciones identificadas:**

En general, las patentes identificadas hacen referencia, en su mayoría, a métodos o metodologías, lo cual agrega una dificultad para los actores que tengan intención de replicar estas innovaciones, ya que, es común que los documentos de patentes no describan todos los detalles asociados a la tecnologías que se están protegiendo. Se debe considerar además que, las patentes no reportan niveles de efectividad en su aplicación o los niveles de precisión que permitiría su implementación.

Por último, en caso de optar por replicar algunas de las patentes identificadas se deberá construir el conjunto de datos utilizado para el entrenamiento, lo cual suele ser una barrera relevante en todo proyecto que involucre la implementación de tecnologías de IA.

## **Sobre los proyectos internacionales:**

Los proyectos internacionales identificados dan cuenta del impacto global y la colaboración en la implementación de tecnologías de inteligencia artificial. Estos proyectos destacan cómo la innovación en IA está siendo aprovechada en diversas partes del mundo para resolver problemas específicos del sector silvoagropecuario, desde aumentar la productividad y sostenibilidad en la agricultura y ganadería hasta promover la conservación y el uso sostenible de los bosques y optimizar la cadena de valor en la floricultura.

La diversidad de aplicaciones y el éxito de estas iniciativas muestra la importancia de la cooperación internacional y el intercambio de conocimientos y tecnologías para enfrentar los retos globales, demostrando que la IA tiene el potencial de transformar positivamente la manera en que el mundo cultiva, cría, conserva y produce, beneficiando a la sociedad, la economía y el medio ambiente.

La revisión de estos proyectos internacionales no solo refleja el estado actual del uso de la IA en el sector, sino que también ofrece valiosas lecciones y perspectivas para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos. La capacidad de estas tecnologías para cruzar fronteras y adaptarse a contextos locales sugiere un futuro prometedor donde la IA se integre aún más profundamente en las prácticas silvoagropecuarias a nivel mundial.

### **Sobre el marco regulatorio:**

El análisis del marco regulatorio, tanto a nivel internacional como específico de Chile, revela la complejidad y la importancia de las políticas y legislaciones en la adopción y el desarrollo de tecnologías de inteligencia artificial en el sector silvoagropecuario. Este capítulo subraya cómo un entorno regulatorio bien definido y favorable es crucial para fomentar la innovación, proteger los derechos de propiedad intelectual, asegurar la seguridad y la privacidad de los datos, y, sobre todo, para garantizar que el uso de la IA contribuya positivamente al desarrollo sostenible del sector.

La revisión de las normativas actuales pone de manifiesto la necesidad de actualizar las leyes para abordar los rápidos avances tecnológicos, promoviendo un equilibrio entre el estímulo a la innovación y la protección del interés público, la biodiversidad y los recursos naturales.

Existen desafíos que enfrenta la regulación de la IA en el ámbito silvoagropecuario, incluyendo la necesidad de una mayor colaboración internacional para establecer estándares y prácticas regulatorias comunes. La evolución de la IA y su creciente aplicación en sectores críticos como la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la floricultura exigen una revisión continua de las políticas para adaptarse a las nuevas realidades y minimizar los riesgos asociados.

Además, se enfatiza la importancia de involucrar a todos los stakeholders en el proceso normativo, incluidos los desarrolladores de tecnología, los productores, las comunidades científicas y el público general, para asegurar que las regulaciones reflejen un amplio rango de intereses y contribuyan a una visión sostenible y equitativa del desarrollo tecnológico en el sector silvoagropecuario.

## 6. Anexo 1: Referencias

- [1] IAPP (2024) Global AI Law and Policy Tracker <https://iapp.org/resources/article/global-ai-legislation-tracker/>
- [2] Comisión Europea (2024) Enfoque europeo de la inteligencia artificial <https://digital-strategy.ec.europa.eu/es/policias/european-approach-artificial-intelligence>
- [3] Comisión Europea (2024) Ley de IA de la Unión Europea <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20230601STO93804/ley-de-ia-de-la-ue-primera-normativa-sobre-inteligencia-artificial>
- [4] Parlamento Europeo (2024) La Eurocámara aprueba una ley histórica para regular la inteligencia artificial <https://www.europarl.europa.eu/news/es/press-room/20240308IPR19015/la-eurocamara-aprueba-una-ley-historica-para-regular-la-inteligencia-artificial>
- [5] The White House (2024) Executive Order on the Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/10/30/executive-order-on-the-safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence/>
- [6] U.S. Congress (2024) S.2551 - AI Training Act <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/2551>
- [7] U.S. Congress (2024) "One Hundred Sixteenth Congress of the United States of America" <https://www.congress.gov/116/bills/hr133/BILLS-116hr133enr.pdf>
- [8] U.S. Congress (2024) H.R.6580 - Algorithmic Accountability Act of 2022 <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/6580/text>
- [9] U.S. Congress (2024) A bill to establish an artificial intelligence commission, and for other purposes. <https://www.congress.gov/bill/118th-congress/house-bill/4223/text>
- [10] NITI (2024) National Strategy for Artificial Intelligence <https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2019-01/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf>
- [11] GPAI (2024) The Global Partnership on Artificial Intelligence <https://gpai.ai/>
- [12] Government of India (2024) Due diligence by Intermediaries / Platforms under the Information Technology Act, 2000 and Information Technology (Intermediary Guidelines and Digital Media Ethics Code) Rules, 2021 [https://f7b15047-ed87-40f1-a5a5-cd1576c30b95.usrfiles.com/ugd/f7b150\\_067b2175d9c4487b9208c5197ec01293.pdf](https://f7b15047-ed87-40f1-a5a5-cd1576c30b95.usrfiles.com/ugd/f7b150_067b2175d9c4487b9208c5197ec01293.pdf)
- [13] Stanford (2024) Translation: Measures for the Management of Generative Artificial Intelligence Services (Draft for Comment) - April 2023 <https://digichina.stanford.edu/work/translation-measures-for-the-management-of-generative-artificial-intelligence-services-draft-for-comment-april-2023/>



[14] CSET (2024) Translation: Ethical Norms for New Generation Artificial Intelligence Released [https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/t0400\\_AI\\_ethical\\_norms\\_EN.pdf](https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/t0400_AI_ethical_norms_EN.pdf)

[15] MinCiencia (2024) POLÍTICA NACIONAL DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL [https://minciencia.gob.cl/uploads/filer\\_public/bc/38/bc389daf-4514-4306-867c-760ae7686e2c/documento\\_politica\\_ia\\_digital.pdf](https://minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/bc/38/bc389daf-4514-4306-867c-760ae7686e2c/documento_politica_ia_digital.pdf)

[16] Cámara de Diputadas y Diputados (2024) Aprueban en general proyecto que regula los sistemas de inteligencia artificial <https://www.camara.cl/cms/aprueban-en-general-proyecto-que-regula-los-sistemas-de-inteligencia-artificial/>

[17] MinCiencia (2024) Política Nacional de Inteligencia Artificial ACTUALIZACIÓN 2024 EJE 3: GOBERNANZA Y ÉTICA <https://drive.google.com/file/d/1zwzbpEbh8EhE1bzbNrMYEuewc4p785G1/view>

[18] ILIA (2024) Ficha Chile Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial <https://indicelatam.cl/wp-content/uploads/2023/08/CAP-G-CHILE.pdf>



