

Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva apoyada en herramientas de Inteligencia Artificial: Un caso de estudio en el sector agrícola

Technology Foresight and Competitive Intelligence Supported by Artificial Intelligence Tools: A Case Study in the Agricultural Sector

C.A. Sarria Villa*  y J.A. Tobon Correa 
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Complejo Tecnológico,
Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño, Grupo de
investigación GIDOCA, SENNOVA Santa Fe de Antioquia, Colombia

Resumen. La vigilancia tecnológica (VT) e inteligencia competitiva (IC) son claves para que las organizaciones identifiquen tendencias y tomen decisiones informadas. Sin embargo, los métodos tradicionales enfrentan limitaciones por la complejidad y volumen de información. Ante esto, la integración de inteligencia artificial (IA) emerge para potenciar y acelerar estos procesos. Este artículo presenta una VT focalizada en dispositivos IoT LoRaWAN y plataformas digitales agrícolas, usando IA para optimizar las fases de búsqueda, recolección y análisis. La IA facilitó detectar puntos de interés, recopilar datos actualizados y revelar patrones no evidentes. Si bien la IA tiene limitaciones como imprecisiones o sesgos, actuó como un catalizador que dinamizó cada etapa. Los resultados entregaron información valiosa sobre desarrollos tecnológicos y modelos de negocio para la planificación estratégica del Grupo GIDOCA. Este caso ejemplifica cómo la IA puede optimizar procesos tradicionales de vigilancia tecnológica, potenciando la innovación informada a través la combinación de talento humano y herramientas de inteligencia artificial.

Palabras claves. Vigilancia tecnológica; agricultura de precisión; inteligencia artificial.

Abstract. Technology surveillance (TS) and competitive intelligence (CI) are key for organizations to identify trends and make informed decisions. However, traditional methods face limitations due to the complexity and volume of information. In view of this, the integration of artificial intelligence (AI) emerges to enhance and accelerate these processes. This article presents a TS focused on IoT LoRaWAN devices and digital agricultural platforms, using AI to optimize the search, collection and analysis phases. AI facilitated detecting points of interest, collecting updated data and revealing non-evident patterns. Although AI has limitations such as inaccuracies or biases, it acted as a catalyst that energized each stage. The results delivered valuable information on technological developments and business models for the strategic planning of the GIDOCA Group. This case exemplifies how AI can optimize traditional technology surveillance processes, empowering informed innovation through the combination of human talent and Artificial Intelligence.

* e-mail: csarria@sena.edu.co

Keywords. Technology surveillance, precision agriculture, artificial intelligence.

Como citar. C.A. Sarria Villa y J.A. Tobon Correa. Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva apoyada en herramientas de Inteligencia Artificial: Un caso de estudio en el sector agrícola. *Jou. Cie. Ing.*, vol. 16, no. 2, pp. 19-24, 2024. doi:10.46571/JCI.2024.2.4

Recibido: 3/08/2024

Revisado: 23/10/2024

Aceptado: 05/11/2024

1. Introducción

La vigilancia tecnológica (VT) y la inteligencia competitiva (IC) se han convertido en actividades cruciales para que las organizaciones identifiquen tendencias emergentes, desarrollos tecnológicos recientes y estrategias de los competidores, permitiendo así la toma informada de decisiones para mantener y mejorar la competitividad [1]. Históricamente, la innovación tecnológica en la agricultura avanza de forma relativamente lenta, limitándose principalmente a desarrollos mecánicos y a métodos de producción. Sin embargo, factores como la creciente demanda alimentaria global, el cambio climático y nuevas dinámicas económicas han impulsado esfuerzos sin precedentes para transformar la producción de alimentos. Áreas como la agricultura de precisión, la digitalización de la agricultura, el internet de las cosas, drones, sofisticados algoritmos de *machine learning*, inteligencia artificial, entre otras, están transformando el sector a un ritmo vertiginoso y obliga a las organizaciones agrícolas a adoptar estrategias de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva permanente.

Los métodos tradicionales de VT/IC se ven limitados por la creciente complejidad y volumen de información disponible. Como señala Choo [2], las organizaciones deben desarrollar la capacidad de escanear su entorno para anticipar cambios y oportunidades. Es aquí donde la integración de herramientas de inteligencia artificial (IA) ha emergido como una tendencia para potenciar y acelerar estos procesos [3]. Actualmente, se publican cientos de estudios, aplicaciones, plataformas digitales y múltiples proyectos emergen continuamente involucrando a diversos actores. Esta acelerada innovación dificulta el seguimiento del estado del arte. Es aquí donde la integración de herramientas de inteligencia artificial (IA) en los procesos de VT/IC cobra relevancia. Chatbots, modelos de lenguaje generativo (LLM) y metabuscaadores con IA pueden procesar grandes volúmenes de información no estructurada para detectar patrones y tendencias valiosas.

La IA presenta algunas limitaciones en cuanto a imprecisión y sesgo, su capacidad para revelar insights a veces imperceptibles para lectores no expertos la convierte en un complemento para optimizar la VT/IC en sectores de ritmo acelerado como la agricultura moderna [4]. En la etapa de identificación de necesidades, la IA facilita detectar puntos de convergencia en grupos con múltiples perfiles e intereses. En la búsqueda y recolección de información, es posible identificar y presentar datos actualizados de forma eficiente. Durante los procesos de análisis, se puede revelar patrones y tendencias que podrían pasar fácilmente desapercibidos. En el proceso de difusión, la inteligencia artificial optimiza tareas de documentación y reporte que normalmente reducen el tiempo dedicado a las labores fundamentales. De esta manera, la IA actúa como un catalizador que dinamiza y potencia cada etapa del proceso de VT/IC [3].

En este artículo se presenta un caso de estudio en el cual se realizó un proceso de vigilancia tecnológica focalizado en dos áreas críticas para la promoción de la agricultura sostenible en la región del Occidente Antioqueño: la identificación de fabricantes de sensores compatibles con la red IoT LoRaWAN en proceso de despliegue, aplicables a los sectores priorizados por el centro de formación y el análisis de plataformas digitales destacadas en el sector a nivel mundial. La metodología implicó el uso de herramientas de IA para optimizar las fases de búsqueda, recolección y análisis de información. Los resultados entregan información valiosa sobre desarrollos tecnológicos y modelos de negocio en estas dos áreas, la cual servirá de insumo

para la planificación estratégica y toma de decisiones del Grupo GIDOCA. El estudio ejemplifica la integración de IA para dinamizar procesos tradicionales de vigilancia tecnológica.

2. Metodología

La metodología implementada para llevar a cabo la vigilancia tecnológica (VT) se basó en los principios del ciclo de vigilancia convencional, enriquecido con herramientas de inteligencia artificial (IA). Este enfoque holístico potenció la identificación y priorización de necesidades informativas, la búsqueda especializada, el análisis de datos y la documentación de información relevante para el grupo de investigación, tal como se aprecia en la figura 1.

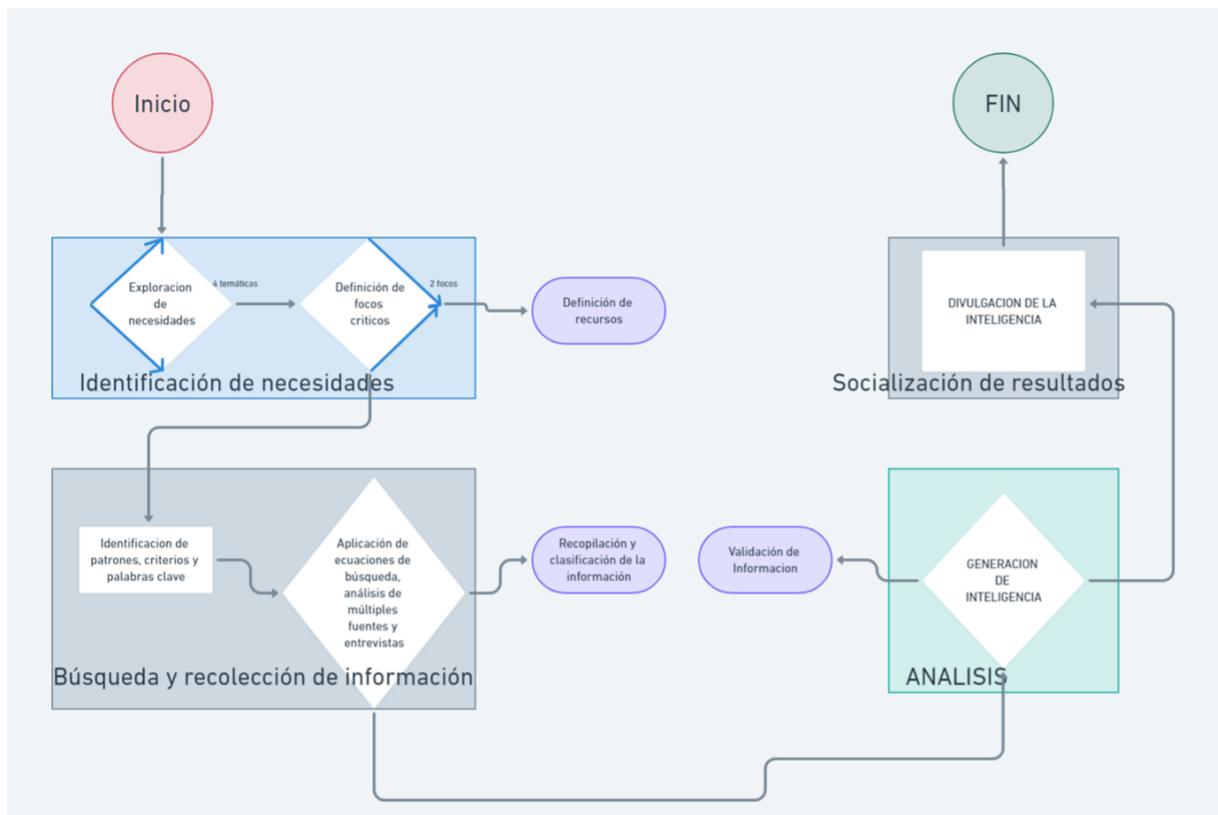


Figura 1: Fases del proceso de vigilancia tecnológica.

En la primera fase, para determinar los focos críticos y requerimientos específicos de información se realizaron sesiones ágiles de divergencia-convergencia respaldadas por IA. En este proceso, se determinaron cuatro grandes puntos focales sobre los cuales se podría centrar la vigilancia tecnológica:

- Elementos en campo: Sensores, transductores y actuadores.
- Plataforma de datos, visualización y análisis.
- Algoritmos en plataforma para agricultura de precisión.
- Prospectiva: tendencias, factores sociales, ambientales y otros que influyen en la tecnología.

Posteriormente, se continuó con el grupo de expertos el ejercicio de divergencia-convergencia respaldado por IA, para establecer por consenso los siguientes puntos focales de la investigación:

Foco 1: Identificación de dispositivos compatibles con la red IoT LoRaWAN. Con esto se pretende obtener información relevante de sensores disponibles en el mercado que se puedan integrar al ecosistema IoT de *senagro360*, que se fundamenta en una red IoT de LoRaWAN.

Foco 2: Identificación de plataformas digitales que aplican el IoT a la agricultura, conocer sus aplicaciones y modelos de negocio, con el que se pretende identificar principales referentes a nivel internacional.

En la segunda fase de la Vigilancia Tecnológica (VT), **Búsqueda y recolección de información**, se emplearon metabuscadores y bases de datos relevantes que aseguran la calidad de la información. En este proceso las herramientas de IA se utilizaron para identificar fuentes relevantes y crear ecuaciones de búsqueda efectivas acordes a los focos definidos. A continuación, se citan dos ecuaciones generadas por las herramientas de IA como referencia:

Para buscar sensores específicos con conectividad LoRaWAN y validados para el agro:

```
("agricultural sensors" OR "agro sensors" OR "precision agriculture sensors")  
AND ("LORAWAN" OR "LORAWAN connectivity")  
OR ("validated" OR "certified")  
OR ("smart irrigation")  
OR ("predictive analysis")  
OR ("smart agriculture")
```

Para encontrar plataformas líderes de agricultura con IoT y sus modelos de negocio:

```
("agriculture platforms" OR "IoT agriculture platforms" OR "precision  
agriculture platforms")  
AND ("business models" OR "business strategies")  
OR ("smart irrigation")  
OR ("predictive analysis")  
OR ("smart agriculture")
```

En la fase tres de **Análisis y generación de inteligencia**, se procedió de forma tradicional de compilación y análisis, utilizando ecuaciones de búsqueda y confirmando tanto las fuentes que citaban las herramientas de IA como las proporcionadas por buscadores, buscando así evitar la imprecisión de las IA.

Una vez se identificaron las fuentes relevantes para los objetivos de la vigilancia tecnológica, con ayuda de herramientas de IA se compiló y organizó la información para ser presentada al grupo de investigación. Finalmente, en un proceso de depuración con los expertos se llegó a la información consignada en el documento para que sirva de insumo al grupo de investigación para tomar decisiones de largo y mediano plazo en sus futuras líneas de investigación y proyectos, con lo que se termina la fase cuatro de **socialización de resultados** de la Vigilancia Tecnológica apoyada con herramientas de IA.

3. Análisis de resultados

Las búsquedas realizadas llevaron resultados significativos que destacan la transformación radical que está experimentando el sector agrícola gracias a la digitalización. Con más de 1,000 fuentes y más de 100 estudios relevantes, se logró un compendio informativo bastante amplio que abarca desde el uso de sensores hasta plataformas digitales de gestión agrícola.

En el ámbito de sensores en el primer foco de la vigilancia, se priorizaron 16 fabricantes de tecnología que se destacan a nivel mundial y con aplicación a los planes de mediano plazo del grupo de investigación. Entre los fabricantes priorizados se destacaron Dragino, Milesight, Comwintop, Acclima, Sensoterra y Pycno. Cada uno presenta ventajas y consideraciones específicas, desde la economía de Dragino hasta la alta precisión de Acclima y Sensoterra, proporcionando así un espectro de opciones para adaptarse a diversas necesidades y presupuestos.

Para el segundo foco de estudio, el análisis de plataformas digitales, se destaca el dominio del mercado de empresas estadounidenses que representan más del 50%. En el estudio se categorizaron siete tipos principales de plataformas, desde la gestión agrícola hasta el riego inteligente. Ejemplos notables incluyen PINDUODUO, la plataforma de comercio agrícola líder en China, y diversas plataformas que abarcan desde el monitoreo de datos hasta la robótica y drones, a continuación, se hace un breve resumen de las plataformas priorizadas:

- **Gestión Agrícola:** Granja, Landmapp, Agro, scoutpro, Granular, Agmundo, Agrivi, Conservas, Crop-in Technology Solutions, Trecker, Select Trace, Farm Logs, Agriwebb y Systems in Farm brindan un enfoque integral para administrar operaciones agrícolas, facilitando el monitoreo de cultivos, gestión de gastos y planificación de cosechas.
- **Mercados Agrícolas:** Agregador, La Ruche Qui Dit Oui, Agronomy, EM3 Agriservices y Yagro, actúan como intermediarios entre agricultores, compradores y vendedores, abarcando desde mercados de acceso general hasta aquellos centrados en agricultores locales u orgánicos.
- **Granjas de Próxima Generación:** Bowery Farming, Alesca Life, Freight Farms, AeroFarms, BrightFarms, Fresh Box y Gotham Greens destacan al utilizar tecnologías avanzadas como iluminación artificial, sistemas de riego específicos y robótica para mejorar eficiencia y sostenibilidad.
- **Datos/Análisis de Planta:** Agronóstico, Agrible, Gamaya, T4, Observar, Zancudo, Geovisual Analysis, Agrilista, Crop Metrics, Adaptar-N, Agricultural Business Network, Leading Crop Systems, Bovcontrol, CropZilla Software, MisDatosAg, Agralógicas, Prosperidad, aDonde, ec2ec, Fluorasat, se centran en la recolección y análisis de datos de diversas fuentes como sensores, drones y satélites para decisiones informadas en la gestión de cultivos.
- **Robótica y Drones:** Mavrx Images, Agricultural Robot, Airwood Aerospace, CROO Harvest, Blue River Technology, SkySquirrel Technologies, SkyCision, Cutting-Edge Technologies, TerraAvión, Resson, Abundant Robotics, Ceres Images, emplean robots y drones para tareas precisas como siembra, cosecha e inspección de cultivos.
- **Sensores:** Centauro Analysis, Oblique Distance, Grownetics, Engine Leaf, Picno, Spensa Technologies, Amber Agriculture, In-field, Saturares, Edge Agriculture, Cultivable, MimosaTEK, Smart Yields, Flow, Garden Space, Semios y Sencrop se especializan en la recolección detallada de datos para el monitoreo y detección de problemas en cultivos.
- **Riego Inteligente:** Flowius, Tevatrónico y Livn utilizan datos para optimizar el riego de cultivos, promoviendo el ahorro de agua y energía mientras mejoran el rendimiento.

4. Conclusiones y recomendaciones

Este ejercicio de vigilancia tecnológica muestra cómo la integración de inteligencia artificial puede potenciar un proceso de alto valor para las empresas, superando barreras como la falta de talento humano especializado o la limitada dedicación a actividades analíticas por cuestiones operativas y administrativas. También el estudio destaca que al incorporar herramientas generativas con IA se amplían perspectivas; pero, resulta fundamental contrastar esta información con la evaluación de expertos para garantizar su calidad. Este enfoque subraya

que la combinación de talento humano e inteligencia artificial constituye una vía prometedora para materializar el ideal de la innovación continua e informada.

El realizar una vigilancia tecnológica apoyada en herramientas de IA, permitió un análisis holístico del sector identificando tendencias y patrones que muestran la dinámica y expansión del sector agrícola, bajo la influencia de la digitalización que ha atraído considerables inversiones tanto en el ámbito público como privado, evidenciando resultados notables que contribuyen significativamente a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esta transformación se ha integrado en proyectos estratégicos a nivel nacional y regional, facilitando una amplia implementación. Actores internacionales de renombre como la CEPAL, la ONU y la FAO respaldan esta tendencia global, reconociendo su potencial transformador. A nivel nacional, entidades como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC), y el Ministerio del Interior, junto con otros actores relevantes, se han involucrado activamente, estableciendo bases sólidas para la aplicación y desarrollo de soluciones digitales en el sector agrícola, lo que proyecta un horizonte prometedor hacia una agricultura más eficiente y sostenible en el contexto nacional e internacional.

Esta vigilancia tecnológica destaca aspectos fundamentales para el desarrollo del ecosistema IoT en el sector agrícola. Proporciona una estrategia integral orientada a que la principal oportunidad económica radica en la adopción, implementación y desarrollo de plataformas digitales, por encima de la elaboración de dispositivos o la integración de equipos. Se enfatiza la importancia de profundizar en modelos de negocio, estrategias de mercadeo y opciones de monetización, así como la comprensión detallada de regulaciones y políticas públicas para asegurar la exitosa adopción de tecnologías agrícolas. La vigilancia tecnológica concluye que la viabilidad financiera de los proyectos está intrínsecamente ligada a la identificación y aprovechamiento de programas gubernamentales. Además, destaca la necesidad crucial de establecer alianzas estratégicas con otros sectores económicos, entidades estatales, universidades y centros de investigación y desarrollo, con el objetivo de abordar los desafíos tecnológicos de manera colaborativa y efectiva, ampliando así el impacto a múltiples sectores garantizando su autosostenibilidad.

Referencias

- [1] D. Cetindamar, R. Phaal, and D. Probert, *Technology management: activities and tools*. Palgrave Macmillan, 2016.
- [2] C. W. Choo, "The art of scanning the environment," *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 25, no. 3, pp. 21–24, 1999.
- [3] O. Friha, M. A. Ferrag, L. Shu, L. Maglaras, and X. Wang, "Internet of things for the future of smart agriculture: A comprehensive survey of emerging technologies," *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, vol. 8, no. 4, pp. 718–752, 2021.
- [4] D. Rouach and P. Santi, "Competitive intelligence adds value: Five intelligence attitudes," *European management journal*, vol. 19, no. 5, pp. 552–559, 2001.