

## Vigilancia tecnológica sobre las aplicaciones de las tecnologías del internet de las cosas en el campo de la agricultura

---

**Autores:** Salazar Leguía, David; Yauri Rodríguez, Ricardo; Vigo Barrientos, Edith Maritza\*

**Contacto:** \*[evigo@inictel-uni.edu.pe](mailto:evigo@inictel-uni.edu.pe)

**País:** Perú

### Resumen

El presente trabajo realiza una investigación sobre el internet de las cosas, sus desarrollos tecnológicos, patentes y producción científica, relacionada o aplicada a la agricultura. En la primera parte se realiza una introducción al tema destacando su importancia en el entorno global, luego se construye un marco teórico tocando las definiciones importantes en este tema y posteriormente se menciona la metodología utilizada como una propuesta para sistemas de vigilancia tecnológica en instituciones. Dicha metodología se aplicó para identificar las tendencias de esta tecnología y aplicaciones en el área, identificando a los países líderes y las principales clasificaciones internacionales de patentes que se están nutriendo con invenciones por esta tecnología, utilizando bases de datos de patentes como Patenscope para el análisis patento métrico, y Scopus, IEEE y Science Direct para el estudio bibliométrico, junto con herramientas de análisis gráficos, obteniendo interpretaciones visuales sobre los resultados de patentes y artículos. Estos resultados muestran el liderazgo de la República Popular China seguido por la India, y una importante cantidad de patentes enmarcadas en el CIP A01G que agrupa a las patentes relacionadas a la agricultura. Además, en el caso de los artículos de investigación científica, estos muestran que las principales aplicaciones que está teniendo el Internet de las Cosas, está dentro de la agricultura enfocándose en el monitoreo en tiempo real de parámetros de cultivo, sistemas inteligentes para detectar plagas, gestión del agua agrícola, análisis de datos y su integración con tecnologías de aprendizaje automático para el mejoramiento de la producción de cultivos agrícolas.

**Palabras clave:** Internet de las Cosas; vigilancia tecnológica; agricultura; Persea americana.

### 1. Introducción

Para contar con empresas más competitivas en el entorno económico global, los países, deben fomentar e impulsar el desarrollo de habilidades y capacidades para la identificación de fuentes de información para el desarrollo de actividades de investigación que les permita mejorar su toma de decisiones y la generación de nuevo conocimiento e innovación (Concytec, 2017).

La vigilancia tecnológica y su realización permite, fortalecer y actualizar los conocimientos de las empresas para anticiparse a los cambios y tendencias en el campo de la ciencia y tecnología, también detecta los nuevos espacios para la innovación (Sánchez & Palop, 2002).

“Internet de las Cosas” es un concepto acuñado por Ashton, se refiere a que los objetos que se utilizan en la vida cotidiana contarán con identificadores y conectividad inalámbrica, podrían comunicarse y gestionarse por computadoras (Ashton, 2009). El Internet de las Cosas “IoT” es una tecnología heterogénea, aunque muchas empresas están interesadas en adoptar esta tecnología, muchas de ellas pueden tener resultados decepcionantes (Arantxa, 2018).

El IoT se encamina a desarrollarse en varios sectores, como salud, energía, industria, entre otros (Bonilla-Fabela et al, 2016) su vinculación y adopción en la agricultura, es de real interés de los organismos promotores de desarrollo como la UIT “Unión Internacional de Telecomunicaciones”, examina grupos emergentes como base y estímulo para IoT con Inteligencia Artificial, y la FAO “Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación”, trabajará con estos grupos para combatir la desnutrición, el hambre y la seguridad alimentaria apoyando las áreas de agricultura de precisión, análisis predictivo, agricultura inteligente, optimización de superficies cultivables, control y gestión remota del ganado, robótica agrícola y la automatización de invernaderos (Parra, 2021).

## 2. Marco teórico

### 2.1. Vigilancia tecnológica

Se puede definir como un

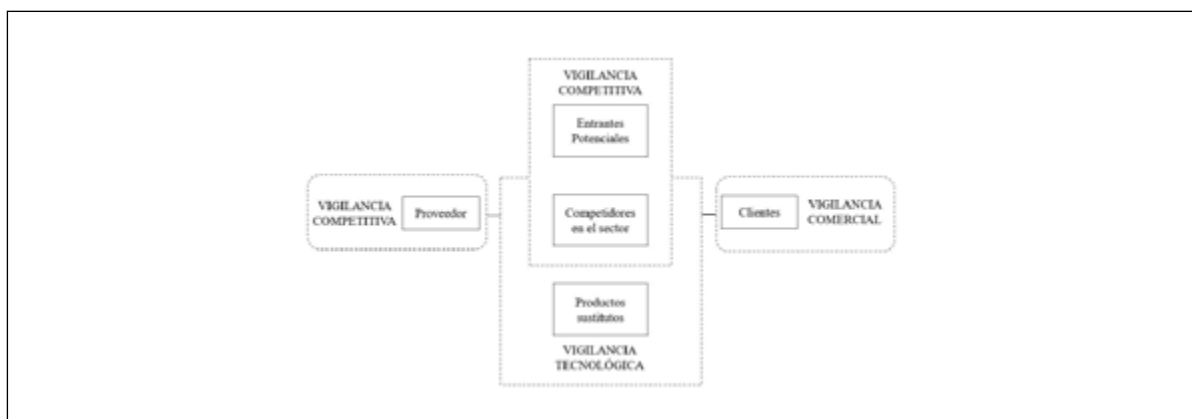
esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social, o comercial, relevantes para una oportunidad o amenaza para esta, con objeto de poder tomar decisiones con menor riesgo. (Palop y Vicente, 1999, p. 22)

También se le conoce como “un proceso de carácter informativo/documental selectivo que recopila y organiza información y documentos sobre un área de especialización muy concreta y está dirigido específicamente a un grupo de usuarios” (Fernández et al., 2009, p. 151).

Como se muestra en la Figura 1, Ramírez (2012) cita a Escorsa & Maspons (2001), quienes se basan en las fuerzas de Porter para proponer que la vigilancia para las empresas se puede enmarcar bajo 4 ejes: Vigilancia competitiva, Comercial, Tecnológica, y de entorno.

Degoul (1992) señala que, los procesos de vigilancia tecnológica pueden variar, pero en general deben diseñarse a partir de contestar seis preguntas clave: ¿Cuál es el objetivo de la vigilancia? ¿Qué información buscar? ¿Dónde localizarla? ¿De qué forma comunicarla? ¿A quién dirigirla? ¿Qué medios vamos a destinar?; y para responderlas plantea un modelo básico del proceso cíclico para la vigilancia. Plantea los pasos expresados en la Figura 2.

FIGURA 1. Ejes de la vigilancia en una empresa



Fuente: Ramírez (2012).

FIGURA 2. Representación del ciclo de Vigilancia Tecnológica según Degoul



Fuente: Modificado a partir de Rivera (2018).

## 2.2. Internet de las Cosas “IoT”

Se refiere a la interconectividad entre los objetos físicos a través de internet, los cuales se encuentran equipados con componentes como sensores y actuadores, tecnología de comunicación entre otros, y tiene un desarrollo encaminado a varios sectores como la industria, la salud, energía, etc. (Bonilla-Fabela et al., 2016; Jiménez, 2022), y tiene su origen en el concepto de Kevin Ashton (2009) donde decía: “Si todos los objetos de la vida cotidiana estuvieran equipados con identificadores y conectividad inalámbrica, estos podrían comunicarse entre sí y ser gestionados por las computadoras”.

Para la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico), el IoT es un ecosistema donde las aplicaciones y servicio son impulsados por datos recopilados mediante dispositivos que cumplen con la función de detectar datos e interactuar con el mundo físico, mediante la conectividad directa o mediada a través de redes locales o redes de área amplia. (Hernández, 2016; Ruíz & Maita, 2022).

### 2.2.1. Tecnologías que soportan el IoT

La tecnología del internet de las cosas existe desde hace algunas décadas, pero su desarrollo, crecimiento y expansión se deben a otras tecnologías que han servido de soporte y contribuido para que hoy en día sean una realidad, algunos avances recientes en algunas tecnologías lo permitieron, puesto que hicieron que su uso sea muy práctico (Oracle, 2022).

El acceso a sensores de costo bajo, permitió reducir costos en los semiconductores y han abaratado los costos de producción en las últimas décadas. Además, en el caso de la conectividad, existe una amplia variedad de protocolos para redes de internet ha facilitado que muchos sensores y actuadores se conecten a la nube. Por otro lado, tenemos plataformas de informática en la nube que ha aumentado la disponibilidad de diversas plataformas. Finalmente, la inteligencia artificial (IA) ha permitido adaptar sistemas inteligentes a estos dispositivos (Adewuni et al., 2022)

### 2.2.2. Tecnologías de IoT en la agricultura

El internet de las cosas potencia la agricultura inteligente, es capaz de proporcionar una producción agrícola rentable y sostenible; y se basa en la combinación de soluciones innovadoras de nuevas TICs. Las tec-

nologías usadas en la agricultura inteligente conllevan complejidad, resultado de la complejidad de las actividades realizadas por los agricultores. Las tecnologías IoT reducen costos y aumentan la escala de los sistemas de riego basados en sensores a través de la recopilación de datos de las redes de sensores. IoT es una red mundial basada en protocolos de comunicación estándar y utiliza varias tecnologías para la recopilación de datos, desde cantidades físicas medidas hasta aplicaciones IoT donde se encuentran soluciones como las redes de sensores inalámbricas (WSN), computación en nube, Big Data y Sistemas integrados. Además, esta tecnología se aplica en la agricultura utilizando sensores integrados para medir parámetros físicos, acceso a varios tipos de datos y uso de protocolos de comunicación (Boursianis et al., 2022).

### 3. Metodología

La presente investigación seguirá la metodología propuesta por Fernández et al. (2009), esta desarrolla la vigilancia tecnológica mediante fuentes de información relevantes, conduce a obtener resultados también relevantes, cumple con las etapas de Degoul (1992) que utiliza herramientas para gestionar la información, desarrollo y difusión de los resultados e informes. Las etapas propuestas por Fernández son:

a. **Identificación de Objetivos**, identificar a los líderes en investigaciones y patentes a nivel mundial, tendencias tecnológicas en el área de interés, la cual es “Internet de las cosas”.

b. **Selección de Fuentes de Información**, selección de fuentes de información. Para la búsqueda bibliométrica de la presente investigación se utilizan: Scopus; y para la búsqueda de patentes se utiliza la base de datos de patente: Patentscope.

c. **Búsqueda y Selección Manual o Automatizada en Fuentes de Información**, para la búsqueda de patentes se identificaron las palabras clave para esta búsqueda: Farming, Internet of Things, Avocado, Monitoring, Software, Fruit production, Plant.

d. **Almacenamiento de la Información en Herramientas Documentales**, se guardaron las búsquedas realizadas en Patentscope para su posterior utilización, interpretación y análisis.

e. **Análisis e Interpretación de la Información**, seguimiento de fuentes como patentes, publicaciones científicas, informes de mercado, sitios web especializados, bases de datos y redes sociales. Es esencial contar con herramientas y sistemas adecuados para capturar, filtrar y organizar la información de manera eficiente.

f. **Producción de Informes de Vigilancia Tecnológica**, se realiza un informe identificando las implicaciones y oportunidades para la organización, desarrollar proyectos en Internet de las Cosas, y finalmente, se deben tomar acciones basadas en los resultados del análisis.

### 4. Desarrollo

La presente investigación tiene como objetivo principal obtener conocimientos actualizados y relevantes que permitan a la organización tomar decisiones informadas, identificar oportunidades de innovación y anticiparse a posibles amenazas, sobre la tecnología Internet de las Cosas IoT, sus desarrollos tecnológicos, patentes y producción científica, aplicada a la agricultura.

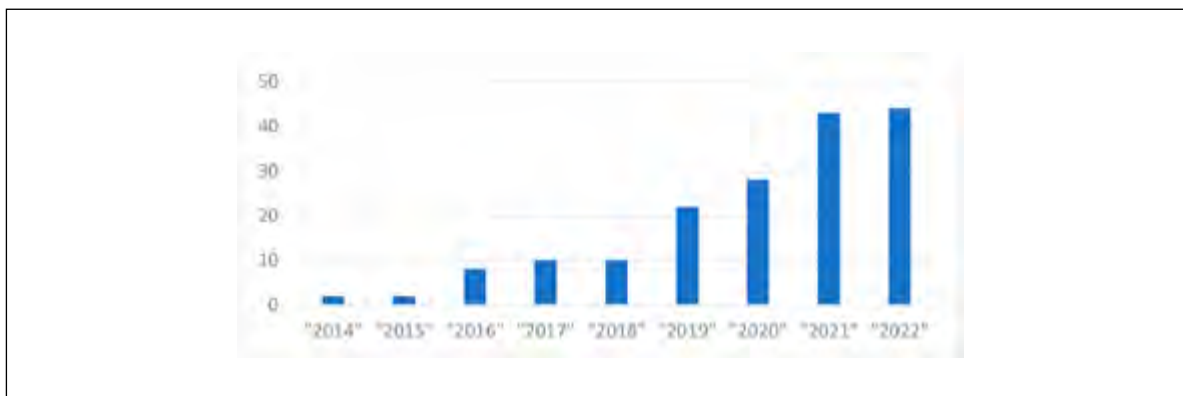
Es importante establecer criterios claros para la selección y evaluación de fuentes de información, la presente investigación utiliza Patentscope para la búsqueda de patentes, y Scopus para artículos científicos. La ecuación de búsqueda es la siguiente: (*"internet of things" or iot*) and (*farming or agricultural or crop or "fruit production" or farmland*) and (*monitoring or supervision or software*) and (*tree or leaf or avocado or plant or Persea*). Se procede a la recolección y análisis de información.

## 5. Resultados

### 5.1. Resultados de búsqueda de patentes

Los resultados entorno a la base de datos de patentes Patentscope fueron en total 173 documentos. En la Figura 3, se muestra las patentes relacionadas a Internet de las Cosas aplicada en la agricultura están en crecimiento, especialmente en los últimos años, que presentan una mayor cantidad; lo cual nos indica que es una tecnología que se encuentra en tendencia.

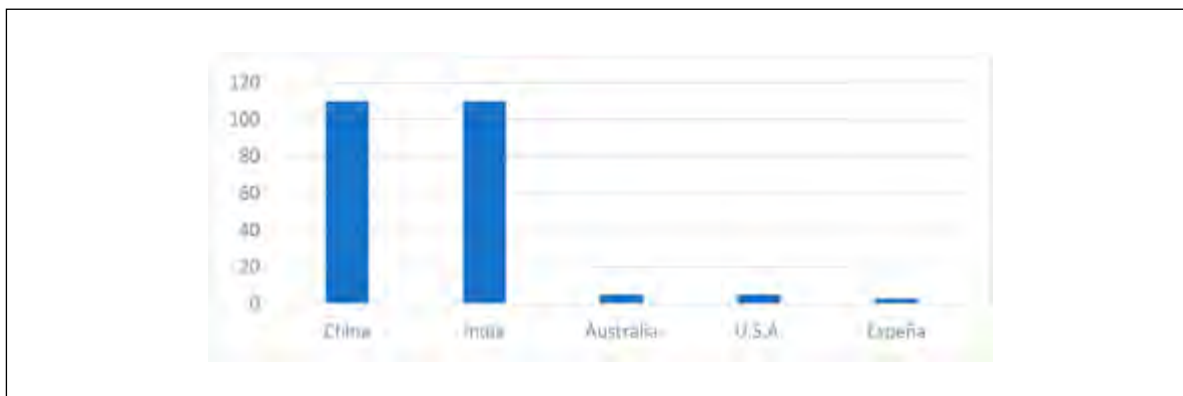
FIGURA 3. Patentes por año de publicación



Fuente: Patentscope.

En Figura 4, vemos que, en cuanto a países que más patentes presentan en la temática de IOT aplicada a la agricultura son la República Popular China, India, con un gran elevado el número de sus patentes, posteriormente le siguen países como Australia, España y Estados Unidos.

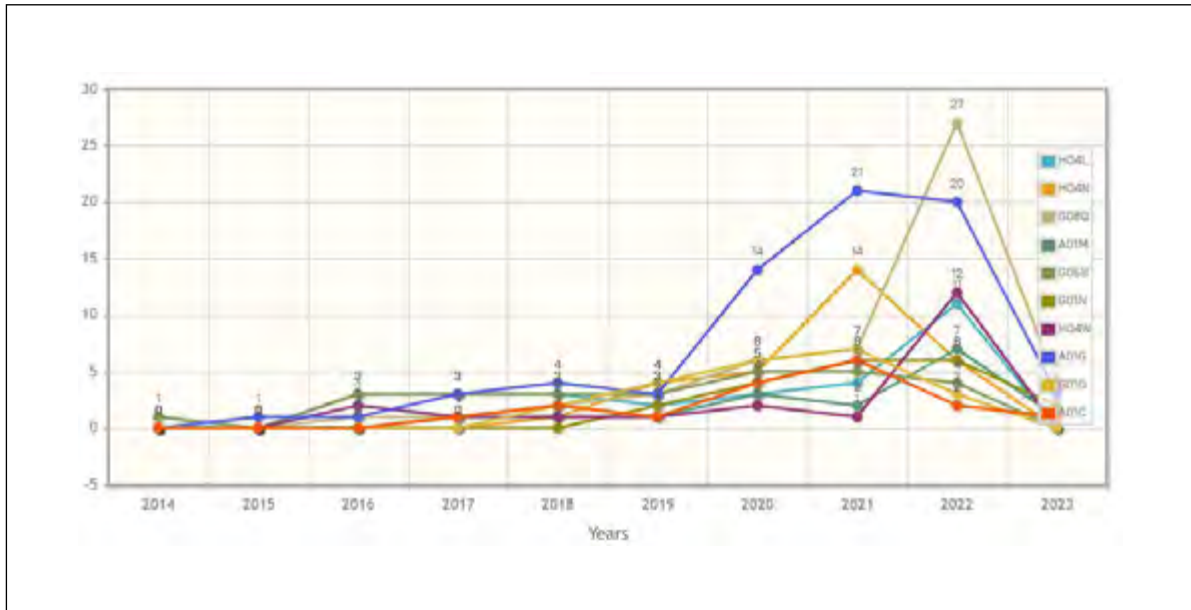
FIGURA 4. Patentes por países



Fuente: Patentscope.

Observamos en la Figura 5 se van registrando en cada categoría internacional de patentes, que se han mantenido sin variaciones por varios años, pero a partir del 2019 empezaron a incrementarse con más notoriedad las categorías AO1G (horticultura; cultivo de hortalizas, flores, arroz, frutas, viñas, lúpulos o algas; silvicultura; riego), HO4N (comunicación pictórica) y GO6Q (tecnologías de la información y comunicación adaptadas).

FIGURA 5. Cronología de patentamiento por CIP

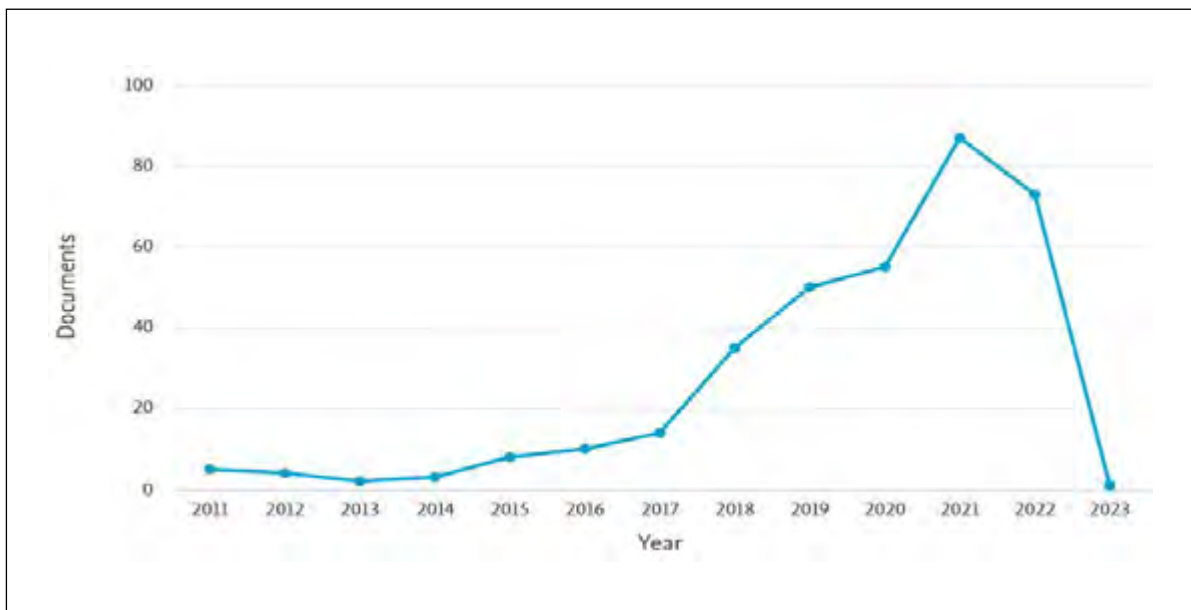


Fuente: Patentscope.

### 5.2. Resultados de búsqueda de artículos

Para la búsqueda en Scopus se utilizaron palabras clave relacionados a los tópicos más relevantes involucrados en el IoT y la agricultura. Se obtuvieron estadísticas acerca de las características de los artículos usando el metabuscador Scopus donde se observa que existe un crecimiento realmente evidente sobre el uso del IoT en agricultura (Figura 6).

FIGURA 6. Documentos publicados por año

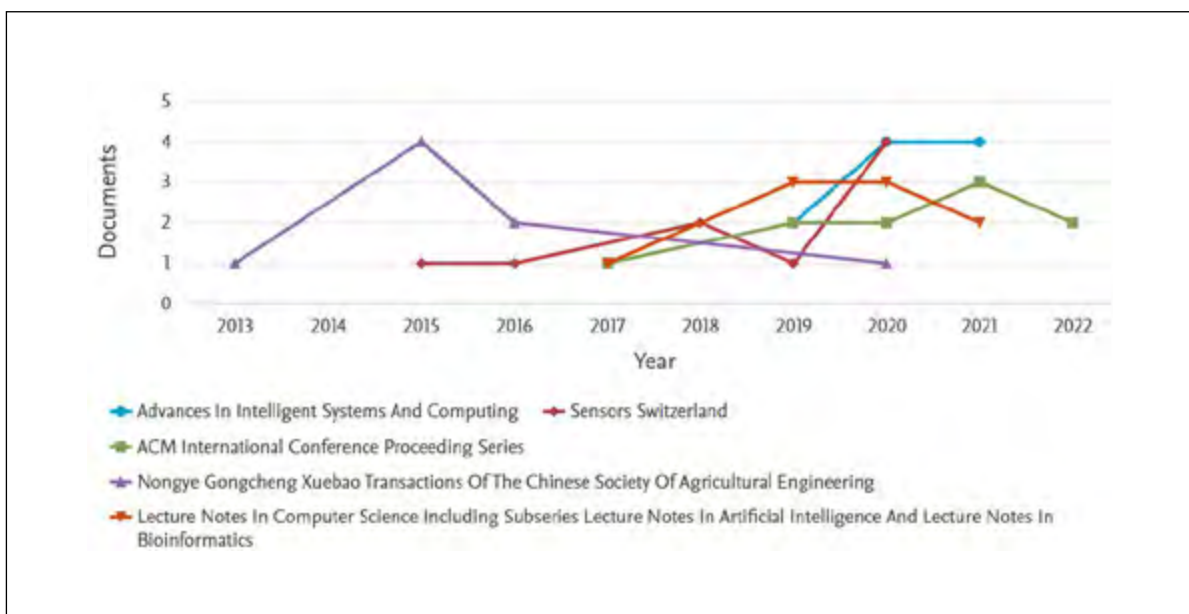


Fuente: Scopus.

Los artículos y revistas seleccionadas pertenecen en su mayoría a publicaciones realizadas en la revista “ACM” seguido de “Advances In Intelligent Systems And Computing”, lo cual muestra interés que tienen los investigadores para publicar en revistas con temáticas relacionadas a la informática, Sistemas inteligentes y ciencias de computación (Figura 7).

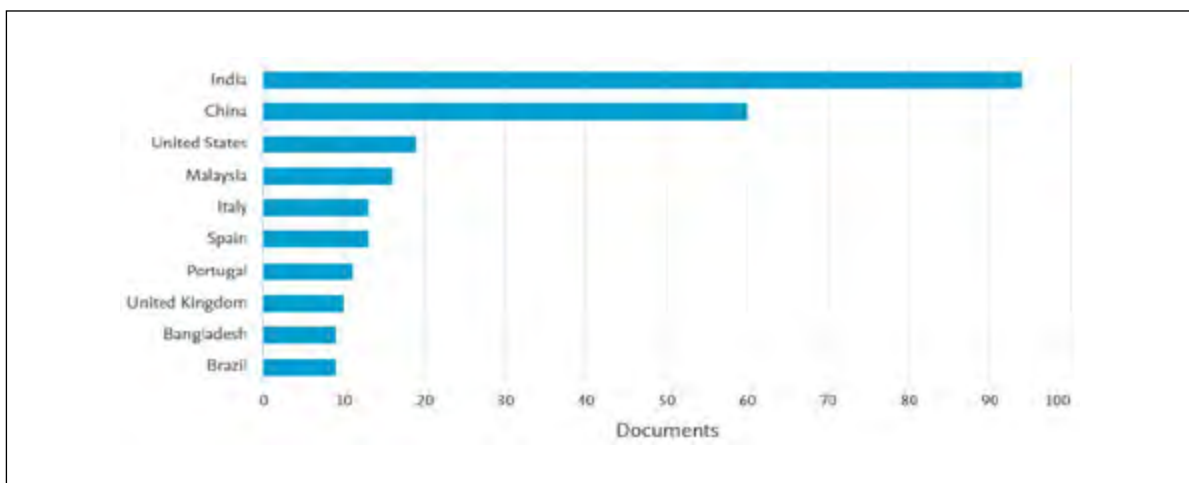
Por otro lado, el interés de los países por las aplicaciones de IoT en agricultura (Figura 8), como India, China y Estados Unidos, se puede atribuir a una mayor capacidad tecnológico y productiva para generar soluciones de automatización de procesos utilizando tecnologías de IoT, investigación y desarrollo tecnológico. Además, se observa que únicamente aparece Brasil como el único país representante de América diferente a Estados Unidos.

FIGURA 7. Artículos publicados por año en cada revista



Fuente: Scopus.

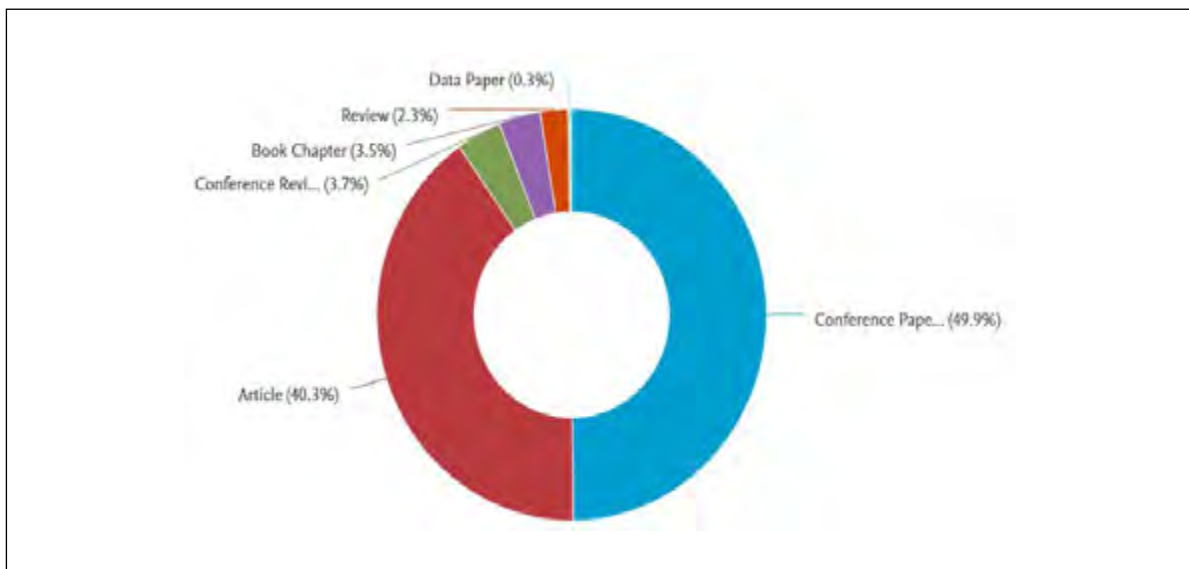
Figura 8. Documentos por país de origen



Fuente: Scopus.

Los tipos de publicación realizados son en su mayoría artículos primarios (49.9%) en segundo lugar tenemos artículos de conferencia (40.3%) y en tercer lugar artículos de revisión en conferencias (3.7%). Además, el área temática de los artículos corresponde a ciencias de la computación (30.7%), ingeniería (24.8%) y Matemáticas (8.2%) (Figura 9).

FIGURA 9. Tipos de documentos



Fuente: Scopus.

## 6. Análisis y discusiones

Países desarrollados como la República Popular de China están intentando resolver sus problemas de agricultura incorporando tecnologías relacionadas al IoT, tal como lo demuestra su posición como líder en patentamiento de este sector acompañado de la India, lo cual se alinea con lo expuesto por Routray et al. (2022), quien concluye en su artículo que los países desarrollados se encuentran luchando por superar o reducir sus problemas agrícolas, y que este tipo de tecnologías empleadas como herramientas los pueden ayudar en gran medida al desarrollo agrícola de su país, generando ahorro de recursos y haciendo más rentable la agricultura .

Existe interés por las tecnologías de la información en general y la tecnología IoT como una herramienta para la solución de los problemas en la agricultura tal como lo muestran los resultados obtenidos que tienen incremento y que principalmente se encuentran en la CIP A01G que corresponde al sector agrícola y horticultor, como lo menciona Saraswathi et al. (2022), los dispositivos pueden tener añadidos sensores y detectores, para recopilar datos e imágenes y de enfermedades de la plantas o problemas, lo cual forma parte de las patentes que se encontraron.

La India es uno de los países que está liderando en proteger tecnologías relacionadas al IoT, esto es una muestra del interés que ha puesto en este sector tecnológico y que también lo menciona Verma (2022) en como parte de sus conclusiones, puesto que en los últimos años la India ha modificado su arquitectura y políticas de trabajos para tener objetivos en el avance de internet de las cosas como parte de un plan de desarrollo de esta tecnología en varios campos.

## 7. Conclusiones

Existen una clara tendencia creciente en la solicitud y publicación de patentes referida al uso del IoT en la agricultura cuyo incremento empezó hace tres años y debería continuar elevándose. Los países del hemisferio norte tienen el predominio de la tecnología de IoT con respecto al mercado debido a factores como el interés de sus agricultores por adoptar las máquinas y equipos de punta y también la existencia de fabricantes de tecnología en sus territorios.

Los países líderes en patentamiento de tecnologías basadas en IoT y agricultura son la República Popular China y La India, marcando una fuerte diferencia con el resto de los países muy rezagados.

La mayor cantidad de patentes encontradas están relacionadas a la Horticultura, reproducción de plantas por cultivo de tejidos y otras que se encuentran dentro del CIP A01G, seguidas por la CIP G06Q que incluye a las patentes sobre métodos o sistemas de procesamiento de datos especialmente adaptados para fines administrativos, comerciales, financieros, de gestión, de supervisión o de pronóstico. La tendencia de desarrollo, publicaciones y patentamiento del IoT en la agricultura y otras áreas muestran una tendencia creciente.

Las principales aplicaciones que está teniendo el IoT dentro de la agricultura se centra en el monitoreo en tiempo real, sistemas inteligentes para detectar plagas, gestión del agua agrícola y análisis de datos. En general se evidencia un interés creciente solo el IoT en la agricultura, pero este interés está presente en áreas de la tecnología, área de agricultura aun no despierta de manera importante el interés en el uso de esta tecnología como herramienta para solucionar sus problemas. El Internet de las Cosas ofrece beneficios para la agricultura inteligente, facilitando la recopilación y gestión de grandes cantidades de datos, descubrimiento de patrones, correlaciones y tendencias utilizando sensores y servicios de computación en la nube.

La tendencia creciente en ambos tipos de documentos como publicaciones científicas y las patentes muestran el creciente interés en la aplicación del IoT en la agricultura, solucionando sus problemas y ofreciendo beneficios en la maduración y desarrollo de la agricultura inteligente.

## Referencias bibliográficas

- Adeguni, T., Liwicki, F. y Liwicki, M. (2022). Vector Representations of Idioms in Conversational Systems. *Journal Sci.*, 4(4). Doi: 10.3390/sci4040037
- Arantxa (15 de marzo de 2018). *Hablemos de empresas*. <https://hablemosdeempresas.com/grandes-empresas/internet-de-las-cosas-en-las-empresas/>
- Ashton, K. (2009) Internet of Things. *RFDI Journal*.
- Bonilla-Fabela, I., Tavizon-Salazar, A., Morales-Escobar, M., Guajardo-Muñoz, L. y Laines-Alamina, C. (2016). *IOT: El internet de las cosas y la innovación de sus aplicaciones*. UNAL School Of Business.
- Boursianis, A., Papadopoulou, M., Diamantoulakis, P., Liopa-Tsakalidi, A., Barouchas, P., Salahas, G., Wan, S. y Goudos, S. (2022) Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). *Smart farming: A comprehensive review, Internet of Things*, 18, 100-187.
- CONCYTEC (2017). *Programa especial de prospectiva y vigilancia tecnológica*. CONCYTEC. [https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/libro\\_prospectiva\\_oct.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/libro_prospectiva_oct.pdf)
- Degoul, P. (1992). *Le Pouvoir De L'information Avancée Face Au Regne De La Complexité*. Annales de Mines.
- Fernández, B., Pérez, S. y Del Valle, F. (2009). *Metodología para la implantación de sistemas de vigilancia tecnológica y documental: El caso del proyecto INREDIS\**. Investigación bibliotecológica.

- Oracle (2022). ¿Por qué es tan importante el internet de las cosas? <https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iot/>
- Palop, F. y Vicente, J. M. (1999). *Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española*. COTEC.
- Parra, R. (16 de noviembre del 2021). DPL News. <https://dplnews.com/uit-y-fao-promoveran-adopcion-de-ia-e-iot-en-la-agricultura-mundial/>
- Ramirez, M. (2012). Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. *Technology Watch and Competitive Intelligence*, 2.
- Rivera, Y. (2018). *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para identificar oportunidades y amenazas a la producción y exportación de productos peruanos de sacha inchi*. PUCP.
- Routray, S., Javali, L. Sharma, AD Ghosh y A. Sahoo (2019). Agricultura de precisión basada en Internet de las cosas para países en desarrollo. *Conferencia internacional sobre sistemas inteligentes y tecnología inventiva (ICSSIT)*, Tirunelveli, India (pp. 1064-1068). doi: 10.1109/ICSSIT46314.2019.8987794
- Ruiz, D. F. y Maita, S. L. (2022). *Estado del arte para arquitecturas para sistemas de IoT*. Escuela Politécnica Nacional
- Sánchez, J. y Palop, F. (2002). *Herramientas de Software para la práctica de Inteligencia Competitiva en la Empresa*. Ed. Triz XXI.
- Saraswathi, V., Sridharani, J. Chowdary, P., Nikhil, K., Harshitha, S. y Mahanth, S. (2022). Smart Farming: The IoT based future agriculture. *International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT) IEEE*.
- Verma, K., Rawat, A. y Sinha, S. (2022). An empirical analysis of the contribution of IoT technologies in India. *International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom) IEEE*.