

Agricultura inteligente y sustentable

Informe de Vigilancia Tecnológica

Diciembre 2020

APTA

ANDES
PACIFIC
TECHNOLOGY
ACCESS



Contenido

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN DE LA TEMÁTICA..... | 2 |
| 2. PANORAMA CIENTÍFICO..... | 4 |
| Conclusiones Panorama Científico..... | 10 |
| 3. PANORAMA TECNOLÓGICO..... | 11 |
| Conclusiones Panorama Tecnológico..... | 20 |
| 4. PANORAMA DE MERCADO..... | 21 |
| Productos y/o Servicios..... | 22 |
| Conclusiones Panorama de Mercado..... | 25 |
| 5. CONCLUSIONES GENERALES..... | 26 |

1. INTRODUCCIÓN DE LA TEMÁTICA

La seguridad alimentaria es un desafío que se tornará cada vez más difícil de superar, a medida que el mundo necesite producir alrededor de un 70 % más de alimentos en 2050, para alimentar a una población estimada de 9.000 millones de personas. A esto se suman los impactos negativos del cambio climático, que ya se manifiestan en la forma de menores rendimientos agrícolas y fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes, afectando a los cultivos y el ganado por igual¹.

La agricultura también es un factor que incide de manera importante en el problema del cambio climático, ya que actualmente genera entre el 19 % y el 29 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero². Por lo que la Food and Agriculture Organization (FAO) está impulsando la agricultura climáticamente inteligente (CSA, siglas en inglés), que constituye un enfoque que ayuda a orientar las acciones necesarias para transformar y reorientar los sistemas agrícolas a fin de apoyar de forma eficaz el desarrollo y garantizar la seguridad alimentaria en el contexto de un clima cambiante. La CSA persigue tres objetivos principales: el aumento sostenible de la productividad y los ingresos agrícolas, la adaptación y la creación de resiliencia ante el cambio climático y la reducción y/o absorción de gases de efecto invernadero, en la medida de lo posible³.

Por otro lado, la agricultura inteligente o *smart farming*, representa la aplicación de las tecnologías —como drones o vehículos aéreos no tripulados (UAV), Inteligencia Artificial (IA), sensores hiperespectrales, multispectrales y térmicos que recopilan y procesan información de un espectro electromagnético; sistemas de gestión predial, farmbots y farmdrones, entre otras tecnologías— para ofrecer una producción agrícola más productiva y sostenible, basada en una producción más precisa y un enfoque de uso eficiente de los recursos^{4 5}.

El sector agrícola se encuentra en el epicentro de una serie de megatendencias que están remodelando el ecosistema para responder a diferentes desafíos:⁶

- La población mundial alcanzará los 9.500 millones en 2050
- 50% de la población mundial vive en áreas urbanas
- Aparecen nuevas tecnologías que incrementan la productividad y bajan los costos
- La sociedad demanda la pureza y trazabilidad de los productos
- El cambio climático crea la necesidad de adaptar el terreno de cultivo a las nuevas condiciones climáticas
- La comercialización globalizada de los productos, que obliga a atender los aspectos regulatorios entre países
- Tendencia hacia el uso de biotecnologías

¹ "AGRICULTURA INTELIGENTE CON RESPECTO AL CLIMA", BancoMundial, <https://www.bancomundial.org/es/topic/climate-smart-agriculture>, fecha de acceso 13 de agosto de 2020.

² Ibid.

³ "La agricultura climáticamente inteligente", FAO, <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/es/>, fecha de acceso 13 de agosto de 2020.

⁴ "The role of future technologies in Agriculture", Deloitte, agosto 2018, <https://www2.deloitte.com/au/en/pages/consumer-industrial-products/articles/role-future-technologies-agriculture.html>, fecha de acceso 13 de agosto de 2020.

⁵ "Agricultura Inteligente", Celplan, <https://www.celplan.cl/mercados/agricultura-inteligente/>, fecha de acceso 13 de agosto de 2020.

⁶ "The role of future technologies in Agriculture", Deloitte, agosto 2018, <https://www2.deloitte.com/au/en/pages/consumer-industrial-products/articles/role-future-technologies-agriculture.html>, fecha de acceso 13 de agosto de 2020.

- Empresas agrícolas grandes han comenzado a integrar verticalmente su negocio para optimizar la cadena de valor
- Existe un enfoque creciente en vida ética y cómo podemos ser más sostenible (eco-friendly).

La tecnología agrícola ya juega un papel fundamental en los entornos de producción modernos, especialmente para grandes corporaciones. La robótica, los sensores, la computación en la nube y blockchain son tecnologías centrales que actúan como catalizador de la revolución de la IA en la agricultura.

Tabla 1 Contexto de tecnologías agrícolas

| | |
|---|--|
| Robótica / Drones | Avances en navegación y reconocimiento, así como la reducción de costos, han permitido el uso de robots para tareas relativamente complejas como rociar (pesticidas y fertilizantes), desmalezar, recolección de frutas, recolección de nueces y seguimiento de cultivos ⁷ . Además, se están utilizando para resolver problemas de disponibilidad de mano de obra, lo cual es una realidad, sobre todo en países desarrollados o en vías de desarrollo ⁸ , debido a que, en general, los robots se vuelven más baratos y fáciles de usar, reduciendo barreras para su introducción en una amplia gama de granjas ⁹ . |
| Sensores e Internet de las Cosas (IoT) | Los equipos para la agricultura aumentan continuamente la cobertura y sofisticación, mejorando la detección y reduciendo los costos de hardware, instalación y mantenimiento de los sensores. Son utilizados para medir de forma rutinaria factores como los niveles de humedad, la luz del sol, acidez del suelo, y la velocidad del viento, entre otros. Asimismo, pueden acceder a predicciones climáticas para los próximos días o semanas, y se estima que en 2023 habrán cerca de 12 millones de sensores de uso en agricultura, instalados globalmente ¹⁰ . |
| Computación en la nube | La reducción de los costos de acceso ha permitido a los productores recopilar, almacenar y analizar cantidades masivas de datos sin la necesidad de construir y mantener costosos <i>mainframes</i> ¹¹ . Los datos se refuerzan aún más a través de la interconexión de varias máquinas ¹² . |
| Blockchain | La trazabilidad se ha vuelto fundamental, buscando mayor transparencia y consistencia en la información de los alimentos <i>desde el huerto hasta la mesa</i> . Actualmente existe una combinación de infraestructura disponible y principios criptográficos bien establecidos, proporciona una forma de registrar la información, y compartirlo de forma segura y transparente, afectando positivamente la cadena de suministro ^{13 14} . |

⁷ "The role of future technologies in Agriculture", Deloitte, agosto 2018, <https://www2.deloitte.com/au/en/pages/consumer-industrial-products/articles/role-future-technologies-agriculture.html>, fecha de acceso 13 de agosto de 2020.

⁸ "5 pilares para la transformación digital en la agricultura", OPIA, 14 de junio de 2019, <https://www.opia.cl/601/w3-article-98942.html>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

⁹ "The role of future technologies in Agriculture", Deloitte, agosto 2018, <https://www2.deloitte.com/au/en/pages/consumer-industrial-products/articles/role-future-technologies-agriculture.html>, fecha de acceso 13 de agosto de 2020.

¹⁰ "Smart Farming in 2020: How IoT sensors are creating a more efficient precision agriculture industry", Business Insider, 24 de enero de 2020, <https://www.businessinsider.com/smart-farming-iot-agriculture>, fecha de acceso 14 de agosto de 2020.

¹¹ Una unidad central (en inglés mainframe), es una computadora utilizada principalmente por grandes organizaciones para aplicaciones críticas, procesamiento de datos masivos y transacciones a gran escala procesamiento.

¹² "The role of future technologies in Agriculture", Deloitte, agosto 2018, <https://www2.deloitte.com/au/en/pages/consumer-industrial-products/articles/role-future-technologies-agriculture.html>, fecha de acceso 13 de agosto de 2020.

¹³ "Transforming Agriculture through Digital Technologies", Deloitte Insights, enero 2020,

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gr/Documents/consumer-business/gr-Transforming-Agriculture-through-Digital-Technologies_noexp.pdf, fecha de acceso 14 de agosto de 2020.

¹⁴ "Smart Farming in 2020: How IoT sensors are creating a more efficient precision agriculture industry", Business Insider, 24 de enero de 2020, <https://www.businessinsider.com/smart-farming-iot-agriculture>, fecha de acceso 14 de agosto de 2020.

Los sensores RFID pueden utilizarse para hacer un seguimiento minucioso de los alimentos desde el campo hasta el punto de venta directo a consumidor final, quien a su vez podrá seguir todo el detalle acerca de los alimentos que consume, desde el campo hasta el punto de venta donde compró, lo que se traduce en mayor confianza hacia la empresa agroalimentaria¹⁵.

2. PANORAMA CIENTÍFICO

Se revisaron investigaciones en ScienceDirect¹⁶ a partir de 2016, con la estrategia de búsqueda en *Title, abstract y keywords*: (smart AND (agriculture OR farming) AND sustainable), en artículos tipo *Review y Research*, y se detectaron 171 publicaciones. En la figura a continuación se incluyeron los últimos 10 años, además de 2021, para reflejar mejor la tendencia en cuanto a la actividad de publicación relativas al área de interés.

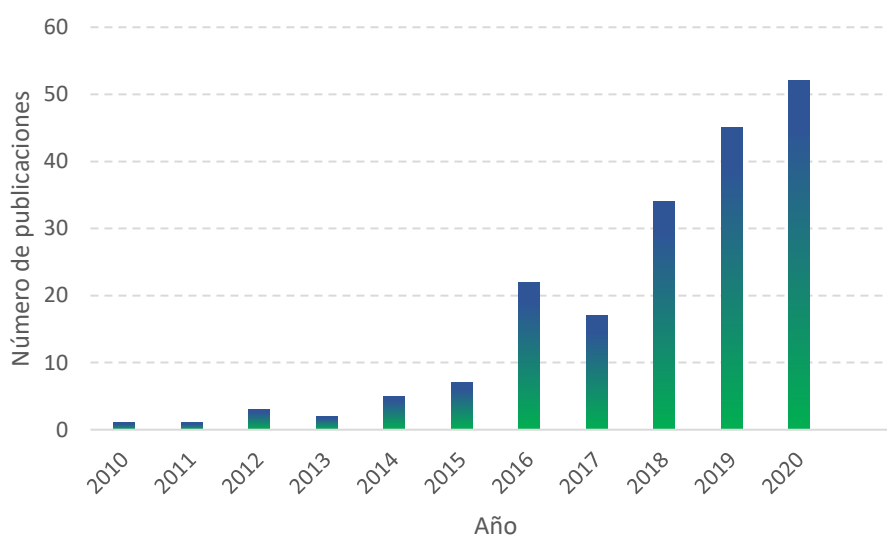


Figura 1: Número de publicaciones entre 2010 y 2021

Como se puede observar, la actividad de publicación ha ido creciendo paulatinamente los últimos años, observándose el mayor crecimiento entre el año 2015 y 2016; siendo un *peak* temporal el año 2020 con 52 publicaciones.

Se revisaron además publicaciones en The Lens¹⁷ a partir de 2016, con la estrategia de búsqueda en *Title, abstract, keywords, Field of Study*: (Smart AND (agriculture OR farming) AND sustainable), en artículos tipo

¹⁵ “5 pilares para la transformación digital en la agricultura”, OPIA, 14 de junio de 2019, <https://www.opia.cl/601/w3-article-98942.html>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

¹⁶ <https://www.sciencedirect.com/search/advanced>

¹⁷ <https://www.lens.org/>

Journal, y se detectaron 502 publicaciones, siendo el *peak* el año 2018 con 151 publicaciones, lo que corresponde a una alta actividad de publicación relativas al área de interés.

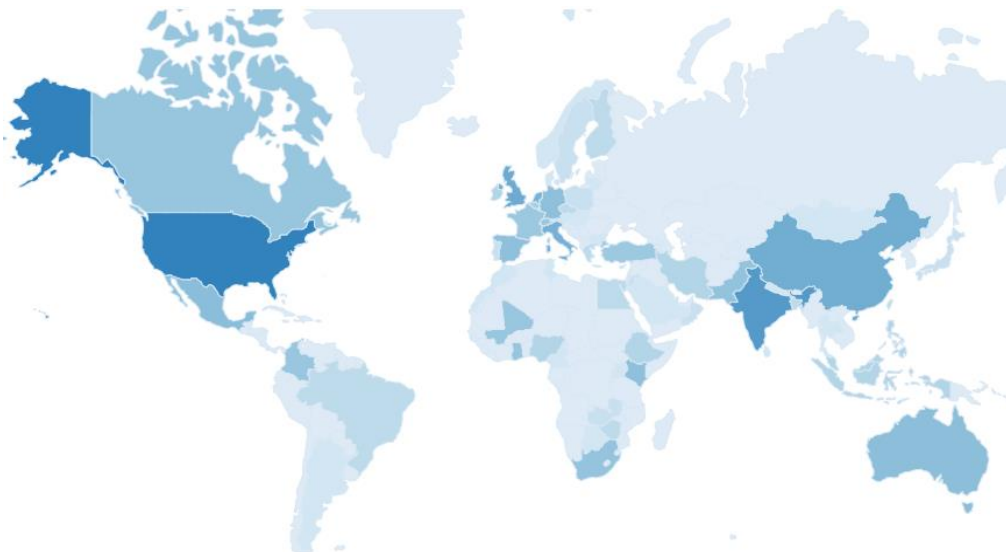


Figura 2: Países con mayor actividad de publicación¹⁸

Los principales países que realizaron publicaciones en el ámbito corresponden a Estados Unidos (58 publicaciones), India (41 publicaciones), Reino Unido (29 publicaciones), China (27 publicaciones), Italia (24 publicaciones), Países Bajos (23 publicaciones), México (15 publicaciones), Australia (14 Publicaciones), Alemania, España y Kenia (13 publicaciones cada uno).



Figura 3: Instituciones con mayor actividad de publicación¹⁹

Las principales entidades que realizaron publicaciones corresponden a centros de investigación y universidades, destacando la [Wageningen University and Research Centre](#) (Países Bajos) y el International Maize and Wheat Improvement Center ([CIMMYT](#)) (México) con 19 y 11 publicaciones, respectivamente. Cabe mencionar que el CIMMYT pertenece a la Consultative Group on International Agricultural ([CGIAR](#)) (Francia), que también se encuentra entre las 10 instituciones con mayor actividad de publicación en el tema de interés en el periodo analizado.

¹⁸ Información otorgada por The Lens.

¹⁹ Información otorgada por The Lens.

En cuanto a los principales *journal*es donde se realizaron las publicaciones, se destaca [Sustainability](#) (MDPI/AG) con 25 publicaciones, seguido lejanamente por [Journal of Cleaner Production](#) (Elsevier Ltd) con 10 publicaciones, [Land Use Policy](#) (Elsevier Ltd) con 9 publicaciones y [Agricultural Systems](#) (Elsevier BV) con 8 publicaciones.

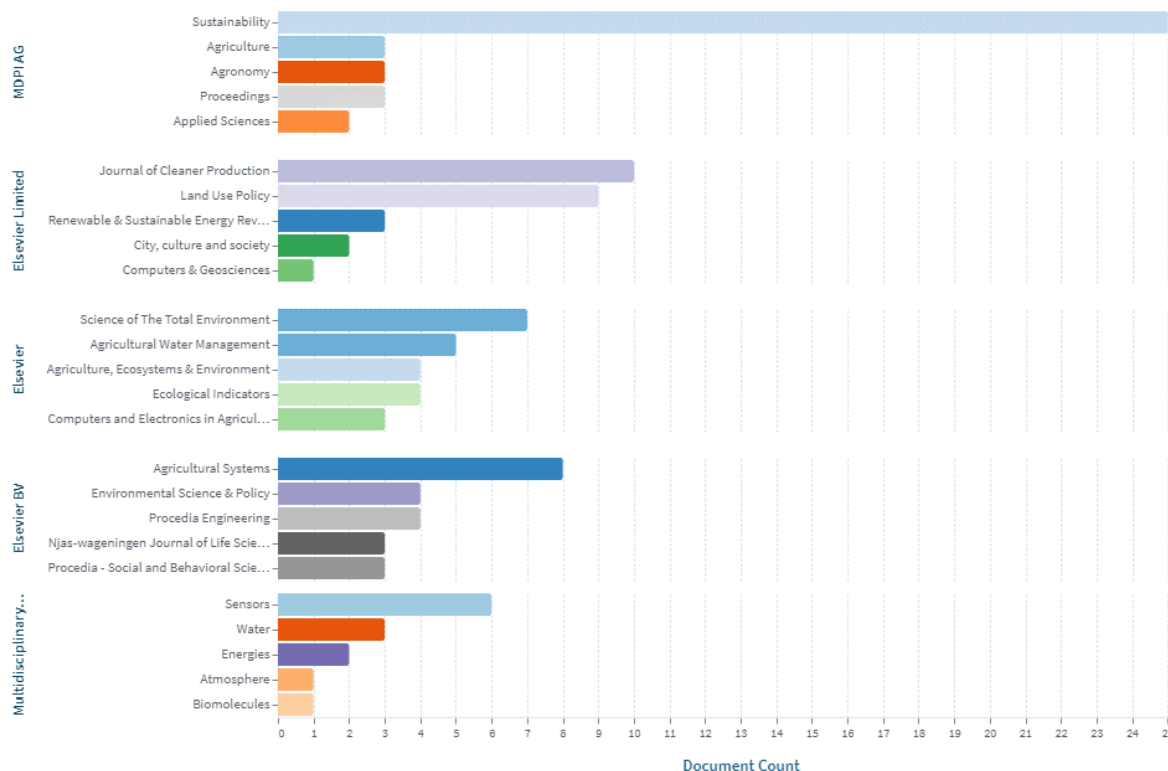


Figura 4: Principales *journal*es por editorial²⁰

Cabe señalar que con la estrategia de búsqueda anterior no se detectaron publicaciones de Chile, entre el periodo 2016 a 2020, por lo que se realizó una nueva búsqueda en The Lens en *Title, abstract, keywords, Field of Study* con la estrategia: (Smart OR sustainable) AND (farm* OR agriculture) en artículos tipo *journal*, a partir de 2016 y publicaciones solo de Chile, detectándose 96 publicaciones siendo las instituciones que muestran una mayor actividad en el ámbito: Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Chile y Universidad de Concepción.

²⁰ Información otorgada por The Lens.

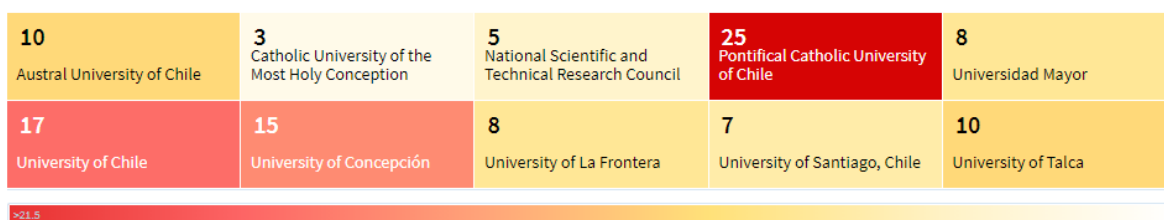


Figura 5: Instituciones chilenas con mayor actividad de publicación²¹

Tomando en cuenta las megatendencias y las publicaciones detectadas, utilizando diferentes estrategias de búsqueda, además, de otras estrategias adicionales señaladas en citas y utilizadas en buscadores nacionales (OPIA y FIA), se seleccionaron las siguientes publicaciones:

| TABLA 1: PANORAMA CIENTÍFICO | | | |
|---|------|---|--|
| Título Publicación | Año | Breve descripción | Institución |
| <i>On the design of Nutrient Film Technique hydroponics farm for smart agriculture²²</i> | 2019 | Sistema de hidroponía inteligente que automatiza el proceso de crecimiento de los cultivos utilizando el modelo de Red Bayesiana. Se instalaron sensores y actuadores para monitorear y controlar los parámetros de la granja hidropónica como intensidad de la luz, pH, conductividad eléctrica, temperatura del agua y humedad relativa. Los datos recopilados de éstos recopilados, se utilizaron en la construcción de la Red Bayesiana, que clasificó y predijo el valor óptimo en cada actuador para controlar de forma autónoma la granja hidropónica. El modelo de predicción obtuvo una precisión del 84,53% y los cultivos con control automático rindieron un 66,67% más que en el control manual. | Electronics and Communications Engineering Department, Gokongwei College of Engineering, De La Salle University, Filipinas Electronics Engineering Department, Malayan Colleges Laguna, Filipinas |
| <i>Edge computing: A tractable model for smart agriculture²³</i> | 2019 | Estado del arte en la investigación que utiliza el modelo Edge de computación en la agricultura. Los resultados de la encuesta confirman que el modelo Edge se explora activamente en varios dominios agrícolas. Sin embargo, la investigación tiene sus raíces en la etapa de prototipo y actualmente faltan estudios detallados. Si bien se demuestra el potencial, se deben abordar varios desafíos sistémicos para manifestar un impacto significativo a nivel de la granja | University College Dublin, Irlanda Origin Enterprises, Irlanda |

²¹ Información otorgada por The Lens.

²² A. Melchizedek et al., "On the design of Nutrient Film Technique hydroponics farm for smart agriculture", Engineering in Agriculture, Environment and Food, volumen 12, julio 2019, p. 315-324, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1881836617303294>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

²³ M.J. O'Grady et al., "Edge computing: A tractable model for smart agriculture?", Artificial Intelligence in Agriculture, volumen 3, septiembre 2019, p.42-51, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589721719300339>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

| | | | |
|--|-------------|--|---|
| <p><i>Root sap flow as a tool to establish hydrological thresholds for plant growth and survival</i>²⁴</p> | <p>2020</p> | <p>Uso del flujo de savia de las raíces para proporcionar información sobre los umbrales de dos fuentes de absorción de agua por las raíces de los árboles: superficial y subterránea. Construyeron un diagrama de umbrales que sea específico para la especie y el sitio. Tal diagrama puede ayudar a los administradores de plantaciones a seguir las condiciones hidrológicas actuales y aplicar el riego como tratamiento preventivo para evitar la pérdida de crecimiento y la mortalidad de los árboles.</p> | <p>Mendel University, República Checa Instituto Superior de Agronomía, Universidade de Lisboa, Portugal Instituto Nacional de Investigaçao Agrária e Veterinária I.P., Portugal</p> |
| <p><i>Design and performance of a robotic arm for farm use</i>^{25 26}</p> | <p>2019</p> | <p>Desarrollo y evaluación de un brazo robótico articulado como sistema de recolección inteligente, para cultivos de gran peso como calabaza, sandía, melón, y repollo. Se modeló considerando aspectos cinemáticos y dinámicos de la condición real, con posibilidad de usos en diferentes industrias con modificaciones mínimas.</p> | <p>Hokkaido University, Japón</p> |
| <p><i>2 Biosensors - New Frontiers in Animal Welfare</i>^{27 28}</p> | <p>2019</p> | <p>Ejemplos de innovaciones para plataformas de diagnóstico y detección de proteínas y anticuerpos como biomarcadores específicos. Con nuevos agentes infecciosos y pandemias globales en aumento en el ganado de granja, es imperativo desarrollar herramientas de detección que puedan predecir cuándo es probable que ocurra un incidente, determinar la población expuesta, informar las decisiones de diagnóstico y tratamiento y pronosticar el impacto potencial del incidente en poblaciones humanas y animales.</p> | <p>American Society of Animal Science</p> |
| <p><i>An eco-designed paper-based algal biosensor for nanoformulated herbicide optical detection</i>^{29 30}</p> | <p>2019</p> | <p>Biosensor de microalgas (<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>) en papel para la detección óptica de atrazina nanoencapsulada, un herbicida nanoformulado de vanguardia con una actividad herbicida, útil como apoyo técnico en la agricultura inteligente para el análisis de atrazina nanoencapsulada sensible,</p> | <p>Institute of Crystallography, National Research Council, Italia Università di Roma Tor Vergata, Italia</p> |

²⁴ N. Nadezhkina et al., "Root sap flow as a tool to establish hydrological thresholds for plant growth and survival", *Agricultural Water Management*, volumen 241, p. 106388, 21 de julio 2020, <https://www.lens.org/lens/scholar/article/101-352-086-418-61X/main>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

²⁵ A. Roshanianfard et al., "Design and performance of a robotic arm for farm use", *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, volumen 12, p. 146-158, 1 de febrero de 2019, <https://www.lens.org/lens/scholar/article/099-319-201-495-692/main>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

²⁶ Estrategia de búsqueda en The Lens, en Title, Abstract, Keywords y Field of study: (smart AND (farm* AND agriculture) AND sustainable AND (robot* OR drone OR automat*))

²⁷ S. Neethirajan, "2 Biosensors - New Frontiers in Animal Welfare", *Journal of Animal Science*, volumen 97, p. 2-2, 29 de julio 2019, <https://www.lens.org/lens/scholar/article/044-334-454-460-156/main>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

²⁸ Estrategia de búsqueda en The Lens, en Title, Abstract, Keywords y Field of study: (smart AND (farm* AND agriculture) AND sustainable AND (robot* OR drone OR automat*))

²⁹ V. Scognamiglio et al., "An eco-designed paper-based algal biosensor for nanoformulated herbicide optical detection", *Journal of Hazardous Materials*, volumen 373, 5 julio 2019, p. 483-492, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389419303644>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

³⁰ Estrategia de búsqueda en The Lens, en Title, Abstract, Keywords y Field of study: (smart AND (farm* AND agriculture) AND nano* AND biosensor)

| | | | |
|--|-----------|---|--|
| | | rentable, respetuosa con el medio ambiente y en el lugar. | São Paulo State University (UNESP), Institute of Science and Technology of Sorocaba, Brasil |
| <i>Towards automated aquaponics: A review on monitoring, IoT, and smart systems</i> ³¹ | 2020 | Monitoreo de acuaponía, una combinación entre la acuicultura (cultivo de peces) y la hidroponía (cultivo de plantas sin suelo). Últimamente, se han hecho contribuciones valiosas hacia la introducción de sistemas totalmente y semiautomatizados en sistemas de acuaponía a pequeña escala por parte de expertos en automatización y fabricación. | University of Alberta, Canadá |
| <i>A multiobjective DEA model to assess the eco-efficiency of agricultural practices within the CF + DEA method</i> ³² | 2019 | Uso del enfoque Life Cycle Assessment + Data Envelopment Analysis (LCA + DEA), una herramienta para evaluar la ecoeficiencia de las unidades, considerando los impactos ambientales, determinando las mejores prácticas y obteniendo un único objetivo para cada unidad ineficiente. | Federal Fluminense University, Brasil Universidad de Talca, Chile |
| <i>Estrategia para la reconversión productiva agroclimática inteligente y sustentable del sector remolachero en la Región del Maule</i> ^{33 34} | 2018-2020 | Proyecto FIA: PYT-2018-0721 (en ejecución), que busca una reconversión productiva agroclimáticamente inteligente y sustentable dirigida a remolacheros de la Región del Maule, en base a potencialidades productivas, riesgos agroclimáticos y factores económicos | Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Chile |
| <i>Sistemas de monitoreo de óptica de espectrometría y tecnológica (OST-SMART) para el control y gestión de la producción y calidad en uvas y arándanos para enfrentar el efecto del cambio climático</i> ^{35 36} | 2018-2020 | Proyecto FIC Nacional: PYT-2018-0159 (en ejecución), sistema (OST-SMART) de monitoreo para mejorar la gestión agronómica (producción y calidad), mediante la interacción de dos factores claves: óptica de espectrometría y tecnología IoT. | Hortifrut S.A., Chile Asociados: Agrícola Santa Isabel Limitada, Chile; Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile |

³¹ A. Reyes et al., "Towards automated aquaponics: A review on monitoring, IoT, and smart systems", Journal of Cleaner Production, volumen 263, 1 agosto 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620316188>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

³² L. Angulo-Meza et al., "A multiobjective DEA model to assess the eco-efficiency of agricultural practices within the CF + DEA method", Computers and Electronics in Agriculture, volumen 161, p. 151-161, 1 de junio de 2019, <https://www.lens.org/lens/scholar/article/002-200-145-382-02X/main>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

³³ Proyecto FIA: PYT-2018-0721: "Estrategia para la reconversión productiva agroclimática inteligente y sustentable del sector remolachero en la Región del Maule", OPIA, <https://www.opia.cl/601/w3-article-94539.html>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

³⁴ Estrategia de búsqueda en el Observatorio para la Innovación Agraria, Agroalimentaria y Forestal (OPIA): inteligente AND sustentable

³⁵ Proyecto FIC Nacional: PYT-2018-0159 "Sistemas de monitoreo de óptica de espectrometría y tecnológica (OST- SMART) para el control y gestión de la producción y calidad en uvas y arándanos para enfrentar el efecto del cambio climático", OPIA, <https://www.opia.cl/601/w3-article-89969.html>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

³⁶ Estrategia de búsqueda en el Observatorio para la Innovación Agraria, Agroalimentaria y Forestal (OPIA): smart

Algunos *review* de tecnologías que pueden ser interesantes de revisar se nombran a continuación:

- “A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry” de Inha University (Corea del Sur) y colaboradores³⁷;
- “Nanostructured (Bio)sensors for smart agriculture” del Institute of Crystallography (Italia) y colaborador³⁸;
- “A comprehensive review of Data Mining techniques in smart agriculture” de LARI Lab, University of Tizi-Ouzou (Algeria) y colaboradores³⁹;
- “A review of autonomous agricultural vehicles (The experience of Hokkaido University)” de la University of Mohagheh Ardabili (Irán) y colaborador⁴⁰.

Conclusiones Panorama Científico

- Se observa un creciente interés en el ámbito, esto evidenciado en la tendencia al alza de las publicaciones de estudios realizados.
- Temas como sensores y sistemas de agricultura, se evidencian como los más abordados. Por otro lado, se observa un interés ligado al desarrollo de cultivos hidropónicos y acuapónicos.
- La actividad de publicación es llevada a cabo principalmente por centros de investigación y universidades e institutos, destacándose países como EE.UU., India, Reino Unido y China por su mayor actividad.
- Los estudios de instituciones chilenas están enfocados principalmente en el desarrollo de sistemas de gestión predial, los que pueden estar orientados hacia cultivos específicos (uva, arándano o remolacha).

³⁷ V. Kakani et al., “A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry”, Journal of Agriculture and Food Research, volumen 2, diciembre 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154320300144#>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

³⁸ A. Antonaci et al., “Nanostructured (Bio)sensors for smart agriculture”, TrAC Trends in Analytical Chemistry, volumen 98, enero 2018, p. 95-103, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016599361730273X>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

³⁹ H.A Issad et al., “A comprehensive review of Data Mining techniques in smart agriculture”, Engineering in Agriculture, Environment and Food, volumen 12, octubre 2019, p. 511-525, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1881836619301533#>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

⁴⁰ A. Roshanianfard et al., “A review of autonomous agricultural vehicles (The experience of Hokkaido University)”, Journal of Terramechanics, volumen 91, octubre 2020, p. 155-183, <https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox/FMfcgXwJXfglwSfCHgrJWvTlkHdDSWQd>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

3. PANORAMA TECNOLÓGICO

Para analizar la actividad de patentamiento en el ámbito del proyecto, se realizó una búsqueda con la herramienta PatSnap⁴¹, utilizando la siguiente estrategia de búsqueda en *Title, Abstract* y *Claims* (TAC): **(smart AND (farm* OR agriculture) AND sustainable)**, se detectaron 41 patentes, pertenecientes a 30 familias de patentes —solicitadas entre 2003 y 2020— de las cuales 40,54% se solicitaron en India, seguido de Australia y EE.UU. con 13,51% de las solicitudes cada uno.

Para entregar datos más enriquecedores en los siguientes gráficos, se amplió la búsqueda en cuanto a palabras clave utilizándose la siguiente estrategia en TAC:**((smart OR sustainable) AND (farm* OR agriculture))** con la cual se encontraron 4.899 patentes, pertenecientes a 3.487 familias de patente, observándose en el gráfico siguiente que la tendencia en la actividad de patentamiento tuvo el *peak* en 2017 con 473 solicitudes de patente. Es interesante mencionar que entre 2016 y 2017 ocurrió un alza de casi el doble de presentación de solicitudes. En los años posteriores a 2017 la actividad de patentamiento ha ido disminuyendo paulatinamente, pero en general manteniendo un número mayor a las solicitudes anuales previas al 2017. Hasta la fecha, en 2020 se observa una caída en solicitudes (105 patentes). Lo anterior probablemente debido a las implicancias de la pandemia en curso.



Figura 6: Gráfico de tendencia en el número de solicitudes de patentes⁴²

Para visualizar la tendencia en la actividad de patentamiento de los últimos cinco años, en los siguientes gráficos se acotó la búsqueda al periodo 2016 - 2020 utilizándose la siguiente estrategia en TAC:**((smart OR sustainable) AND (farm* OR agriculture)) AND PRIORITY_DATE:[20160101 TO 20200826]**, con la cual se encontraron 1.920 patentes pertenecientes a 1.612 familias de patentes, de las cuales el 64,61% fueron solicitadas

⁴¹ Licencia adquirida por APTA.

⁴² Ibid.

en China, seguido por Corea e India (ver figura 1). Esta tendencia que tiene a China a la cabeza se ha mantenido durante los último 20 años⁴³.

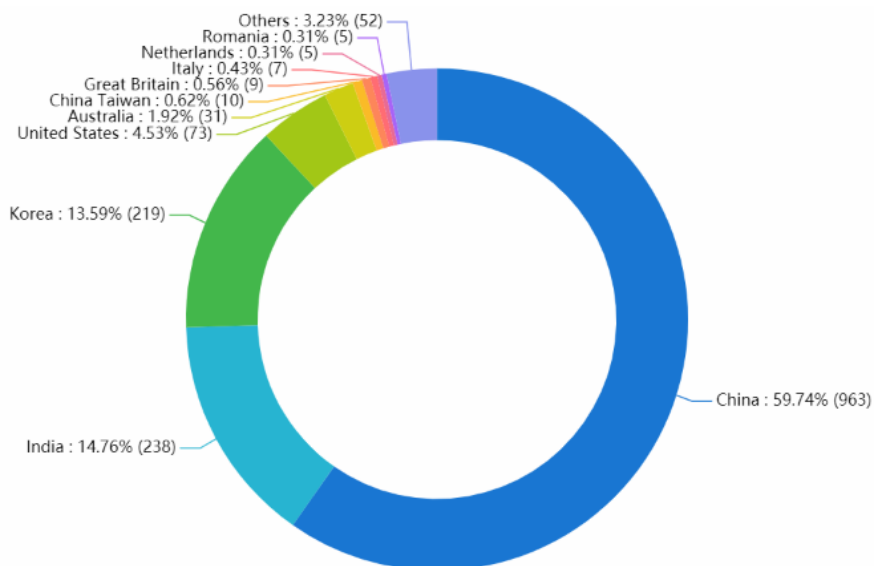


Figura 7: Gráfico del territorio geográfico donde se solicitaron patentes⁴⁴

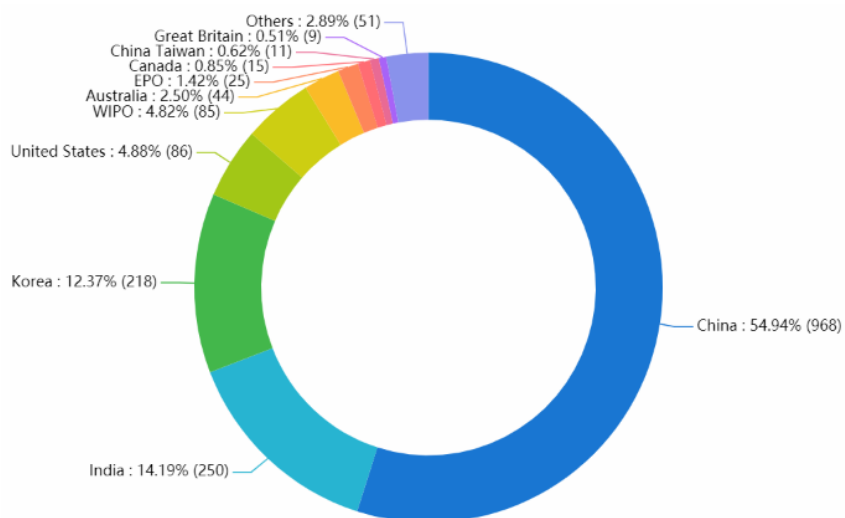


Figura 8: Gráfico del territorio geográfico de la primera solicitud de patente (países de origen)⁴⁵

⁴³ Información otorgada por PatSnap, licencia adquirida por APTA (gráfico no mostrado en el informe).

⁴⁴ Información otorgada por PatSnap, licencia adquirida por APTA.

⁴⁵ Ibid.

Por otro lado, la figura anterior presenta los países en donde se presentó la solicitud de patente más antigua, esto para mostrar el origen de la solicitud. Los tres principales países de origen China, Corea del Sur, e India, lo que se correlaciona con los tres principales países donde se presentaron solicitudes de patente, denotándose que muchas patentes se solicitaron en un solo país, lo que además se corrobora con que la cantidad de patentes y la cantidad de familias de patentes poseen poca diferencia numérica. Llama la atención el caso de China, que, de acuerdo con los gráficos, solicitaría patentes solo en su país.

En cuanto a la segmentación de las patentes encontradas según la clasificación IPC, se evidenció que los principales códigos corresponden a:

- **C05G3** Mezclas de uno o más fertilizantes con materiales que no tienen una actividad específicamente fertilizante (234 patentes, 24,5%)
- **G06Q50** Sistemas o métodos especialmente adaptados a sectores empresariales específicos, por ejemplo, servicios públicos o turismo (informática sanitaria G16H) (185 patentes, 19,37%)
- **A01G9** Cultivo en recipientes, marcos forzados o invernaderos (de setas A01G 18/00; cultivo sin suelo A01G 31) (92 patentes);
- **C05F17** Preparación de fertilizantes caracterizados por la etapa de compostaje (71 patentes);
- **A01B79** Métodos para el suelo de trabajo (esencialmente requiere el uso de máquinas particulares, ver los grupos pertinentes para las máquinas) (68 patentes);
- **G06Q10** Administration; Management (55 patentes);
- **A01C21** Métodos de fertilización (fertilizantes C05; materiales acondicionadores del suelo o de estabilización del suelo C09K 17/00) (53 patentes);
- **A01G31** Cultivo sin suelo, por ejemplo, hidroponía (sustratos de crecimiento para A01G 24/00; cultivo de algas marinas A01G 33/00) (45 patentes)⁴⁶.



⁴⁶ Ibid.

Figura 9: Gráfico de tecnologías clave según códigos IPC⁴⁷

Asimismo se detectó, que las patentes que pertenecen al código IPC G06Q50, corresponden principalmente a patentes de Corea del Sur e India; y que todas las patentes listadas bajo el código IPC C05G3 corresponden a patentes de China, donde se evidenciaron varias dirigidas hacia el cultivo del arroz.

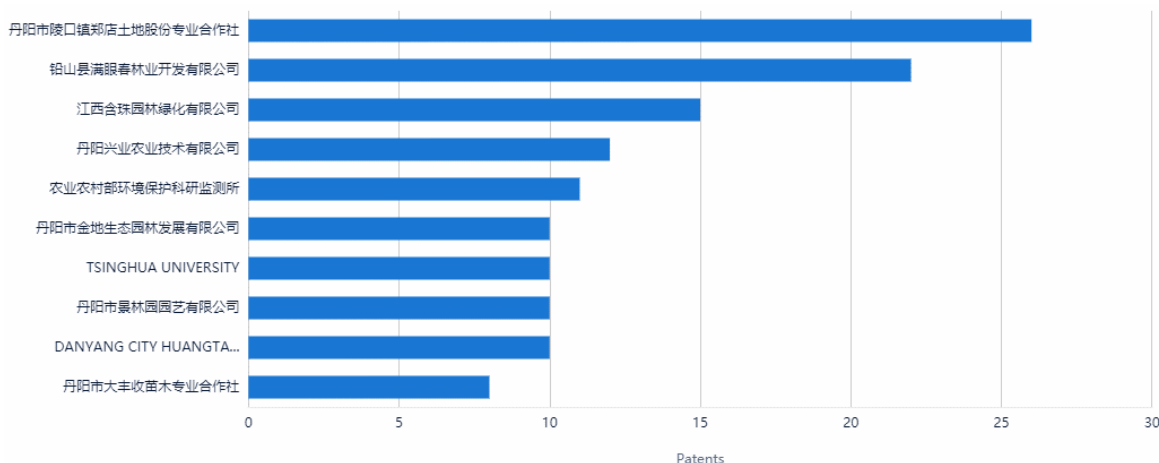


Figura 10: Principales asignatarios de patentes⁴⁸

Como se ve en la figura anterior, los tres principales asignatarios de patentes en el ámbito corresponden en orden descendente a:

- Wangjia Land Share Professional Cooperative (China), 26 patentes.
- Qianshan County Manyanchun Forestry Development Co. (China), 22 patentes.
- Jiangxi Hanzhu Landscaping Co. (China), 15 patentes.

Cabe mencionar que las 22 patentes de Qianshan County Manyanchun Forestry Development Co. Ltd., corresponden al ámbito de biofertilizantes y se presentaron solo en China.

A continuación, se presenta una tabla con patentes que se seleccionaron tomando en consideración las tendencias mencionadas en el punto 2 (como el uso de drones, robots, blockchain e IoT, entre otras tecnologías) y mención de tecnologías detectadas en el Panorama Científico, como por ejemplo el uso de la red Bayesiana.

Asimismo, cabe señalar, que con la estrategia de búsqueda antes mencionada, no se detectaron patentes de Chile, por lo que se amplió la búsqueda y se utilizó la siguiente estrategia de búsqueda en PatSnap: TAC_ALL:((farm* OR agric* OR smart OR robot* OR drone)) AND PRIORITY_DATE:[20160101 TO 20200826] AND AN_ADD:(Chile), y además se incluyeron las traducciones automáticas.

Con esta estrategia se detectaron 51 patentes, pertenecientes a 42 familias de patentes, de las cuales solo seis eran relevantes al ámbito estudiado en el presente informe, seleccionándose cinco que se incluyeron en


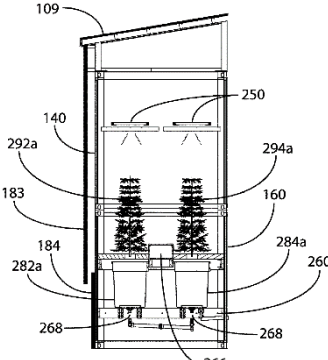
⁴⁷ Ibid.

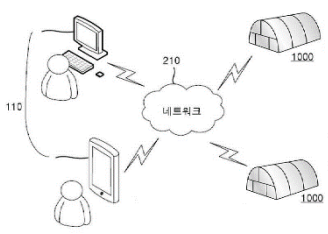
⁴⁸ Ibid.

la tabla a continuación. Cabe mencionar que el documento que no se incluyó en la tabla corresponde a una patente solicitada por la Universidad de Chile referente a un bioestimulante.

Adicionalmente, se realizó una búsqueda en el Instituto Nacional de Propiedad Industrial, [INAPI](#) (Chile), con las siguientes estrategias de búsqueda en “Resumen”: “agricultura AND inteligente”, “agricultura AND sensor”, “agrícola AND sensor”, “agricultura AND dron”, “agrícola AND dron”, “agricultura AND robot”, “agrícola AND robot”, “agribot”, “agrobot”, “agrícola AND internet”, “agricultura AND plataforma”, “cosecha AND dron” y “cosecha AND robot”, detectándose solo una patente con la segunda estrategia de búsqueda mencionada.

| TABLA 2: PANORAMA TECNOLÓGICO | | | | |
|-------------------------------|---|-----------------|---|---|
| Código Patente | Título Patente | Fecha prioridad | Breve descripción | Asignatario (país) |
| IN335120B | Automated water and energy efficient and futuristic irrigation system using statistical and analytical cloud platform and bayesian analysis | 29/08/2019 | Sistema inteligente de riego basado en microcontrolador que puede monitorear la salud de los cultivos, los requisitos de agua y cualquier detección de intrusiones utilizando análisis de datos de cultivos basados en análisis bayesianos alojados en plataforma estadística y analítica en la nube. Detecta el contenido de humedad del suelo en un espacio explícito determinado junto con la capacidad de auto-sentido de determinar los requisitos del suelo (agua, mineral) y protegerlos de desastres climáticos, así como la detección de intrusiones con notificación en tiempo real. | Cyborg Cyber Forensics & Information Security Pte Ltd (India) |
| IN202011008833A | Smart farming with ai-green IoT | 02/03/2020 | Sistema de riego automatizado. Más particularmente, la invención emplea IA para controlar la fecha óptima para sembrar semillas para el cultivo, asignar con precisión recursos para su crecimiento, identificar enfermedades de los cultivos a tiempo y detectar y destruir las hierbas. El IoT adicional también puede ayudar a los agricultores a predecir el año que viene mediante el uso de datos históricos de producción, previsiones meteorológicas a largo plazo, información de semillas modificadas | Shakti Arora, Sunil Dhull, Harish Kumar Saini, Nisha Shankar, Swati Gupta, Himanshu Maggu, Ranjit Singh, Abhay Aggarwal, Anas Khan, Pratham Kataria; (todos de India) |

| TABLA 2: PANORAMA TECNOLÓGICO | | | | |
|---------------------------------|---|-----------------|--|---|
| Código Patente | Título Patente | Fecha prioridad | Breve descripción | Asignatario (país) |
| | | | genéticamente, predicciones de precios de productos básicos para sugerir el número de semillas que se deben sembrar. | |
| KR1020200093159A | Smart farm module structure | 28/01/2019 | Solución nutritiva para que los cultivos en el invernadero crezcan en un ambiente óptimo.  | Linkmotion Co., Ltd. (Corea del Sur) |
| US20200137964A1 | Systems and methods for efficient fogponic agriculture | 19/08/2019 | Un sistema integrado de crecimiento de cultivos de nieblaponia (<i>fogponic</i>) modular y escalable para el cultivo de un cultivo incluye una cámara de crecimiento superior que alberga una porción frondosa de un cultivo, una cámara de menor crecimiento que alberga una porción de raíz del cultivo, un tanque de nutrientes y un dispensador, y un sistema ambiental.  | Agritainer, Llc, EE.UU. |
| AU2020100954A4 | Decision making system for crop-livestock farms using machine learning algorithms | 05/06/2020 | Gestión de cultivos, previsión de rendimiento, el descubrimiento de enfermedades, la calidad de los cultivos de detección de hierbas y el reconocimiento de especies, | A. Dinesh Kumar Dr, J. Vakula Rani Dr, Kumar Manish Dr, |

| TABLA 2: PANORAMA TECNOLÓGICO | | | | |
|--------------------------------|--|-----------------|--|---|
| Código Patente | Título Patente | Fecha prioridad | Breve descripción | Asignatario (país) |
| | | | que dan consejos ricos y acercarse para el apoyo a la toma de decisiones y la acción de los agricultores. | M. Hanumanthappa Dr, R. Nidhya Dr, R. Sabitha Dr, S. Kannan Dr, S. Karthik Dr, (todos de India) |
| KR1020200091248A | Control method of smart farm using speech recognition | 22/01/2019 | Método para controlar una granja inteligente mediante el reconocimiento de voz, y no sólo realiza y reconoce un comando basado en el reconocimiento de voz, sino que también analiza los valores de datos de control acumulados y los valores de factor de ajuste para el entorno circundante para determinar cada situación y sincronización. | Dong-Eui University Industry-Academic Cooperation Foundation (Corea del Sur) |
| | | |  | |
| WO2020162745A1 | System and smart tag for animals | 05/02/2019 | Sistema de etiqueta inteligente para animales en una granja y una multiplicidad de dispositivos configurados para tener una interacción con los animales (transmisión y recepción), una multiplicidad de dispositivos de diferente tipo de forma autónoma e inalámbrica. | Nedap N.V. (Países Bajos) |
| IN201824004827 | Method of preparing superabsorbent polymers for soil conditioning by efficient release of NANO nutrients | 08/02/2018 | Acondicionador del suelo a través de la reducción en el tamaño de los poros del suelo, la liberación lenta de agua y aumentar la eficiencia de absorción de nutrientes. El polímero superabsorbente tiene la principal aplicación en la agricultura hidropónica emergente, al ahorrar hasta un 90-95% de agua. | J H Markna, Chirag R Savaliya, Jay Pala, Rajni J Pala, Suraj K Kachhad, Meet A Moradiya, Kuldeep R Savaliya, (todos de India) |

| TABLA 2: PANORAMA TECNOLÓGICO | | | | |
|-------------------------------|--|-----------------|--|--|
| Código Patente | Título Patente | Fecha prioridad | Breve descripción | Asignatario (país) |
| IN202041030097A | Drone for use in agriculture pesticide spray and land mapping | 15/07/2020 | Drones agrícolas para mejorar el monitoreo, medición, pulverización de pesticidas y mapeo de un sujeto con el fin de producir mapas de contorno que se utilizarán en el trabajo de un campo, en particular, controlando un camino de labranza y/o controlando la propagación del número de conteo (por ejemplo, fertilizante, estiércol o lodo de remedio de aguas residuales) en toda la disciplina mientras se detiene la erosión indebida y/o la escorrentía. | Mr M Vijayaragavan, Dr N Murali Krishnan, Mr A Muthuraman, Mr M Saravanakumar, Mr S Ganesan, Mr G G Muthukumar, Mr T Vasanth, Mrs P Srividhya, Mr R Nakkeeran, (todos de India) |
| IN202041022874A | Traceability system for agriculture supply chain using blockchain technology | 01/06/2020 | Sistema de transparencia y trazabilidad de un producto a lo largo del proceso de la cadena de suministro mediante la integración de sistemas de identificación automática como RFID y dispositivo IoT en la parte superior de la tecnología Blockchain para proporcionar una cadena inalterada de información transaccional. | Vellore Institute Of Technology (India) |
| IN202041010759A | Automated jasmine flower extracting robot using image processing | 12/03/2020 | Robot de desplumado de flores, que utiliza el mecanismo de la pista rodante para moverse sobre el campo. El controlador recibe los datos de las cámaras, que se utiliza para detectar y trazar la coordenada de la posición de las flores en la planta. El sistema de vacío neumático obtiene la flor del efector final y la flor se lleva a los contenedores.” | Ananthi Kaliyamoorthy, Muralikrishna M, Vasanth Ks. Sri Saran A. Soundarapandian R. (todos de India) |
| CL201801003U1 | Equipo de radiación para exterminio de larvas e insectos subterráneos. | 19/04/2018 | Equipo que permite matar tanto larvas, pupas y adultos que se encuentran bajo tierra, y fuera del alcance visual. esto, sin dañar ni contaminar el suelo, raíces ni el árbol. Funciona en base a radiación de microondas, que permite controlar las plagas, sin los efectos secundarios que producen los plaguicidas. | John Richard Winston Bannister Potts (Chile) |

| TABLA 2: PANORAMA TECNOLÓGICO | | | | |
|-------------------------------|---|-----------------|--|--|
| Código Patente | Título Patente | Fecha prioridad | Breve descripción | Asignatario (país) |
| CL201901496U1 | Dispositivo de aplicación de riego subterráneo que permite aplicar riego directamente en la zona de las raíces, sin que se pierda agua por evaporación y escurrimiento. | 31/05/2019 | Modelo de utilidad está dirigida a registrar un dispositivo de aplicación de riego controlado subterráneo, que es una tubería enterrada en el suelo, con un espacio vacío que evita que las raíces tapen el dispositivo y con una tapa que permite la instalación de todo de riego por goteo, para regar árboles y arbustos agrícolas y ornamentales, con el que se logra un ahorro sustancial en agua de riego, nutrientes y energía eléctrica, al no perderse el agua por evaporación ni por escurrimiento superficial, al entregar el agua de riego subterráneamente. | Mario Alberto Gaete Casas (Chile) |
| CL201803071 | Dispositivo que regula en forma constante el flujo de una solución, para entregarla a través de un sistema de fertirriego, que consta de un medio para el operador, sensores, actuador, válvula, unidad de control. | 28/10/2018 | Dispositivo de control de lazo cerrado, el que regula en forma uniforme la entrega de solución utilizada en un sistema de fertirriego, el que no requiere de mantención alguna y es de fácil operación e instalación en cualquier sistema de fertirriego. | Rafael Andrés Pares Lamas (Chile) |
| CL201700825A1 | Sistema robótico de cosecha | 07/10/2014 | Dispositivo agrícola de cosecha y métodos de cosecha, para recolectar frutas o verduras automáticamente.” | Instituto De Investigaciones Agropecuarias, INIA (Chile) Katholieke Universiteit Leuven (Bélgica) |
| CL201702227A1 | Un sistema y método para la medición y reporte del uso de plaguicidas en la producción agrícola de alimentos. | 01/09/2017 | Sistema para medir e informar sobre el uso de pesticidas en la producción de alimentos agrícolas. | Greenteknik SPA (Chile) |

| TABLA 2: PANORAMA TECNOLÓGICO | | | | |
|-------------------------------|---|-----------------|---|--|
| Código Patente | Título Patente | Fecha prioridad | Breve descripción | Asignatario (país) |
| CL201703059 ⁴⁹ | Sistema de Monitoreo Interactivo en Tiempo Real para Agricultura de Precisión | 02/06/2015 | Sistema de monitoreo interactivo en tiempo real para agricultura de precisión para obtener las condiciones reales de un predio o terreno. Comprende una pluralidad de sensores situados en diferentes partes de un predio agrícola, conectados a través de una red de nodos con un nodo central, un sistema de procesamiento de datos para trabajar con grandes volúmenes de datos, al menos una base de datos ubicada en al menos un servidor y una interfaz Web, la cual permite ver los datos recolectados.” | Universidad Católica del Maule (Chile) |

Conclusiones Panorama Tecnológico

Existe una tendencia en la actividad de patentamiento hacia tecnologías dirigidas para el cultivo en invernaderos, cultivos hidropónicos y cultivos nieblapónicos (*fogponic*). Estando los desarrollos principalmente orientados hacia sistemas de manejo automático del invernadero, de parámetros como temperatura, irrigación y luminosidad, entre otros.

Se está buscando integrar mejores prestaciones en los sistemas automáticos de manejo de cultivos ya sean granjas o invernaderos, siendo un ejemplo de esto el incluir reconocimiento de voz para ordenar las tareas, uso de datos de predicción del clima que están en la nube o el precio de venta de los productos, para sugerir o realizar acciones, como, por ejemplo, estimar cuantas semillas plantar para lograr cierto retorno.

Mejorar la irrigación de los cultivos, sigue siendo un tema importante, ya sea para el ahorro de agua en el consumo por riego, como para poder proporcionarla oportunamente a las plantas ante variaciones del clima.

En cuanto a la actividad de patentamiento de países en el ámbito agricultura inteligente y sustentable, se observa que China está enfocando su actividad de patentamiento principalmente hacia el desarrollo de biofertilizantes o fertilizantes orgánicos, mientras que Corea del Sur e India se están enfocando en sistemas de gestión de cultivos.

En cuanto a la actividad de patentamiento de Chile, existe poca actividad en el ámbito y corresponde un tercio (2 de 6) a modelos de utilidad, por lo que permite concluir que existe un bajo nivel de innovación en el área de agricultura inteligente estos cinco últimos años. Asimismo, llama la atención, que el patentamiento se esté

⁴⁹ Búsqueda en INAPI en Resumen: agricultura AND sensor, <https://ion.inapi.cl/Patente/ConsultaAvanzadaPatentes.aspx>, fecha de acceso 5 de octubre de 2020.

realizando mayoritariamente por personas naturales y no por empresas, centros de investigación, o universidades.

4. PANORAMA DE MERCADO

Se estima que el mercado de agricultura inteligente —que incluye agricultura de precisión, ganadería, acuicultura, invernadero, hardware (GPS, drones, sensores, RFID, luces de cultivo LED), software y servicios— crecerá de USD 13,8 mil millones en 2020 a USD 22,0 mil millones en 2025, a una tasa compuesta anual del 9,8%.

El mercado está impulsado por diferentes factores⁵⁰:

- Presión por suministro seguro y oportuno de alimentos, además del crecimiento de la población.
- Aplicación de tecnologías IoT e IA en las granjas agrícolas, ganaderas y acuícolas.
- Demanda de alimentos acuáticos ricos en proteínas, genera demanda de alimentación balanceada y sostenible (alternativas proteicas y suplementos alimenticios)
- Seguimiento de ganado y detección de enfermedades, adopción de productos avanzados para reducción de costos.

En cuanto a componentes, se proyecta que el segmento de hardware represente la mayor parte del mercado de agricultura inteligente en 2020, y se espera que el segmento de agricultura de precisión tenga la mayor participación en los próximos años⁵¹.

Este crecimiento se atribuye a la adopción temprana de tecnología de guía basada en GPS, que permite a los productores reducir la superposición de equipos y pasadas del tractor, lo que ahorra combustible, trabajo, tiempo y compactación del suelo⁵².

Los países de América, incluidos EE. UU. y Canadá, son los primeros en adoptar tecnologías de agricultura de precisión, por lo que se espera que esta región continúe teniendo una participación de mercado significativa durante el período 2020 a 2025. En cuanto a Norteamérica, se espera que México tendrá la mayor tasa de crecimiento de esta Región mientras que, en Sudamérica, se prevé que Brasil y Argentina adopten tecnologías de agricultura inteligente a un ritmo rápido debido al rápido aumento de la población, la fácil disponibilidad de granjas arables y el fuerte apoyo de los gobiernos⁵³.

El mercado de la agricultura inteligente está dominado por unas pocas empresas que están establecidas a nivel global, tales como:

- [Deere & Company](#) (EE. UU.),
- [Trimble, Inc.](#) (EE. UU.),
- [Topcon Positioning Systems](#) (EE. UU.),
- [DeLaval](#) (Suecia),

⁵⁰ "Smart Agriculture Market by Agriculture Type (Precision Farming, Livestock, Aquaculture, Greenhouse), Hardware (GPS, Drones, Sensors, RFID, LED Grow Lights), Software, Services, Application, Farm Size, and Geography - Global Forecast to 2025", Markets and Markets, 2019, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-agriculture-market-239736790.html>, fecha de acceso 26 de agosto de 2020.

⁵¹ Ibid.

⁵² Ibid.

⁵³ Ibid.

- [Antelliq](#) (Francia),
- [Afimilk Ltd](#) (Israel),
- [Raven Industries](#) (EE. UU.)
- [AgJunction](#) (EE. UU.)


Otros actores clave son⁵⁴:

- [Heliospectra](#) (Suecia),
- [The Climate Corporation](#) (EE. UU.),
- [LumiGrow](#) (EE. UU.),
- [AG Leader Technology](#) (EE. UU.),
- [BouMatic](#) (EE. UU.),
- [Fancom BV](#) (Países Bajos),
- [Aquabyte](#) (EE. UU.)
- [Certhon](#) (Países Bajos), entre otros.

Productos y/o Servicios

Se realizó una búsqueda en Google con las siguientes estrategias: “**top+innovation+Agtech**”, “**agricultura+inteligente+Chile**”, “**Agtech+Chile**” y se detectaron varios productos, los que provienen principalmente de *Start-Ups* a nivel global y nacional^{55 56}. A continuación, se presentan ejemplos de los productos detectados, tomando en cuenta para su elección las tendencias del punto 2 del presente informe:

Tabla 2: Productos y servicios identificados




| Nombre Producto /servicio | Imagen (si aplica) | Breve descripción | Fabricante (país) o Prestador Servicio (país) |
|--|---|--|---|
| Tractor eléctrico autónomo |  | Tractor eléctrico y autónomo, con velocidad normal de 20 kilómetros por hora, que ofrece la opción de poder guiarse manualmente desde el borde del campo que está cultivando con control remoto. | John Deere (EE.UU.) |
| Invernadero SuprimAir |  | El invernadero SuprimAir, es una combinación de invernadero, ventilación, refrigeración y control, donde la temperatura y humedad relativa ideales se combinan con un bajo consumo energético y una baja incidencia de las enfermedades. La refrigeración se basa en un sistema adiabático, conocido del concepto «PAD-FAN». | Certhon (Países Bajos) |

⁵⁴ Ibid.

⁵⁵ A. Martínez, “15 Agtech Startups to Watch in 2020”, RocketSpace, 21 de agosto de 2019, <https://www.rocketpace.com/corporate-innovation/15-agtech-startups-to-watch-in-2020>, fecha de acceso 27 de agosto de 2020.

⁵⁶ “Empresas chilenas: El triunfo de la innovación «Made in Chile»”, RedAgrícola, enero 2019, <https://www.redagricola.com/cl/empresas-chilenas-el-triunfo-de-la-innovacion-made-in-chile/>, fecha de acceso 28 de agosto de 2020.

| Nombre Producto /servicio | Imagen (si aplica) | Breve descripción | Fabricante (país) o Prestador Servicio (país) |
|-------------------------------------|---|---|---|
| TerraSentia |  | Robot autónomo, que contiene una variedad de sensores (cámaras visuales, LIDAR, GPS y otros sensores integrados) para recopilar datos sobre la salud, fisiología y respuesta al estrés de las plantas. Utiliza visión artificial y aprendizaje automático para convertir los datos de campo en información específica y procesable sobre los rasgos de las plantas. | EarthSense (EE.UU.) |
| BeCrop |  | Sistema de aprendizaje automático que integra información del microbioma y AgData. Utiliza tecnologías de secuenciación de ADN y sistemas informáticos inteligentes patentados para explicar, en detalle, el impacto de los microorganismos en el suelo y cómo afectan a los diferentes cultivos. | Biome Makers (EE.UU.) |
| Verdical |  | Sistema de granja vertical interior automatizada que permite a cualquier persona cultivar verduras y hierbas con solo tocar un botón. Permite que las áreas urbanas cultiven su propia comida local. | Verdical (EE.UU.) |
| Kakaxi |  | Es un dispositivo de monitoreo de granjas que funciona con energía solar y tecnología de sensores para capturar y transmitir datos meteorológicos hiperlocales precisos, además de videos de lapso del crecimiento de los alimentos, para transparentar la historia de los alimentos que llegan a la mesa de los consumidores. | Kakaxi Inc. (EE.UU.) |
| Kray Protection UAS |  | Drone digital rociador de cultivos totalmente no tripulado, que entrega fertilizantes y pesticidas a pedido directamente en los campos de los agricultores. Posee una precisión de rociado 5D, puede procesar hasta 1200 acres por día y cumple con los requisitos de seguridad de aplicaciones de la EPA. | Kray Technologies (EE.UU.) |
| Bountigel |  | Producto que permite a los productores optimizar el uso de agua en suelos agrícolas. Se ha demostrado que reduce el uso de agua en una amplia variedad de cultivos y trasplantes, lo que a su vez mejora los rendimientos de los productores. | Carbon Neutral AG Sciences (EE.UU.) |

| Nombre Producto /servicio | Imagen (si aplica) | Breve descripción | Fabricante (país) o Prestador Servicio (país) |
|-----------------------------|---|---|---|
| Vence |  | Sistema de gestión de ganado que provee cercas virtuales y soluciones autónomas de control de animales. Permite obtener información en tiempo real relacionada con la salud y el bienestar de sus animales y controlar el movimiento y el pastoreo de sus animales directamente desde su teléfono inteligente para crear cercas virtuales. | Vence Corp (EE.UU.) |
| BioFiltro |  | Soluciones de tratamiento de aguas residuales con un sistema de filtración patentado que aprovecha el poder digestivo de gusanos y microbios para eliminar hasta el 99% de los contaminantes de las aguas residuales. | BioFiltro (Chile) |
| MaxiVision |  | Servicio basado en la nube, que ayuda a visualizar el estado y las condiciones del bosque, con mapas que brindan diferentes vistas y datos sobre las condiciones del terreno, y el resto de la producción forestal de las personas del equipo de trabajo, lo que permite planificar el trabajo de la manera más eficiente posible y con un impacto forestal mínimo. | Komatsu Forest (Japón) |
| TrackItAgro |  | Es un sistema de gestión predial que utiliza un solo panel, y puede ser conectado con cualquier dispositivo móvil que tenga acceso a internet, que permite el monitoreo satelital de suelos para medir vigor, estrés hídrico y pronóstico del clima o análisis de imágenes multiespectrales capturadas por drones, entre otras prestaciones. | Xmartic (Chile) |
| Pezanbac |  | Pezonera antibacteriana —que utiliza un material que mezcla caucho y cobre ⁵⁷ — que elimina un 99,99% de las bacterias que causan la mastitis bovina contagiosa (<i>Staphylococcus aureus</i> y cepas del mismo género). | VACuCh (Chile) |

⁵⁷ “Empresas chilenas: El triunfo de la innovación «Made in Chile»”, RedAgrícola, enero 2019, <https://www.redagricola.com/cl/empresas-chilenas-el-triunfo-de-la-innovacion-made-in-chile/>, fecha de acceso 28 de agosto de 2020.

Conclusiones Panorama de Mercado

De acuerdo con la información presentada, se aprecia que existe un mercado favorable con productos cada vez más sofisticados para uso en cultivos agrícolas y granjas ganaderas, los cuales están siendo ofertados preferentemente por empresas tipo *Start-Ups*, esto a nivel internacional y nacional.

Asimismo, se observa el interés en soluciones para cultivos hidropónicos, y específicamente en granjas urbanas automatizadas, como una solución para disponer de alimentos en la cercanía y disminuir la huella de carbono de los alimentos.

Otro aspecto evidenciado, es que se busca otorgar una mayor transparencia en cuanto al cultivo y alimento que se va a consumir, esto provisto por diferentes soluciones, tales como Kakaxi y Vertical.

En cuanto a tecnologías desarrolladas en Chile, se observa que algunas de ellas tienen el potencial para ingresar a mercados internacionales, como en el caso de BioFiltro que se logró escalar la tecnología a países como EE.UU., Perú y Nueva Zelanda.

5. CONCLUSIONES GENERALES

Revisando toda la información presentada, se concluye que el mercado de la agricultura inteligente y sustentable está en crecimiento y presenta oportunidades para innovar, y que esto va ligado a una mayor sofisticación de las prestaciones de los productos y servicios.

En cuanto a mercados, se observa que los cultivos de invernadero, hidropónicos y acuapónicos, podrían ser los impulsores de nuevas tecnologías, así como las granjas verticales o urbanas, por lo que se recomienda profundizar en estos mercados.

Tendencias identificadas:

- Mejorar vehículos autónomos, sean estos tractores, drones o robots.
- Otorgar una mayor transparencia en cuanto al cultivo y alimento que se va a consumir.
- Soluciones para sistemas de gestión predial.
- Mejoras en sistemas de irrigación.
- Desarrollo de biofertilizantes o fertilizantes orgánicos (tendencia detectada principalmente en China).

En cuanto a la actividad de innovación, países como China, India y EE.UU., se perfilan como los más activos durante 2016 a 2020. En cuanto a Chile, se puede mencionar que a pesar de que la actividad de publicación durante 2016 a 2020 estuvo dominada por universidades, la actividad de patentamiento en el ámbito durante el mismo periodo se llevó a cabo principalmente por personas naturales. Además, si bien Chile presentó una baja actividad de patentamiento durante el periodo estudiado, existe capacidad de innovación, esto evidenciado en desarrollos nacionales han tenido la capacidad de abrirse hacia mercados internacionales.