

COBOTS, ROBOTS Y DRONES: EFECTOS DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL EN LA SEGURIDAD Y LA SALUD DE LAS PERSONAS TRABAJADORAS EN LA AGRICULTURA Y LA SILVICULTURA

Contexto

En el presente documento normativo se resume el impacto de las nuevas tecnologías en la salud y seguridad en el trabajo (SST) en la agricultura, basado en un informe de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA) sobre el futuro de la agricultura y la SST, que ofrece un análisis exhaustivo de los riesgos nuevos y emergentes y su impacto en la SST en el sector (EU-OSHA, 2020).

Introducción

La digitalización de la agricultura o la agricultura inteligente son conceptos amplios que se utilizan para cubrir el ámbito de los avances tecnológicos digitales en el sector. Estos conceptos incluyen el uso de drones, sensores, sistemas de posicionamiento global o por satélite, la automatización y robotización, los macrodatos, el internet de las cosas, la inteligencia artificial (IA) y la realidad aumentada. Otro término que se utiliza habitualmente es "Agricultura 4.0", que abarca la agricultura de precisión o inteligente utilizando una combinación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y dispositivos sensores que permiten el uso preciso de las materias con el fin de optimizar la producción de alimentos y evitar la degradación medioambiental, además de agilizar la disponibilidad de datos para ayudar a la gestión de las explotaciones agrícolas (Klerkx y Rose, 2020).

La **agricultura inteligente** ha sido objeto de mucha atención en el sector, al ser identificada como una de las pocas innovaciones que podría provocar un cambio de paradigma en la productividad y aumentar la producción de alimentos. Mientras que las salas de ordeño automatizado ya se utilizan desde hace algún tiempo, los avances más recientes como las cosechadoras robóticas, los recolectores mecánicos de frutas y los dispositivos escardadores son solo algunos ejemplos de la revolución tecnológica que está teniendo lugar en la agricultura.

Sin embargo, la adopción de tecnologías inteligentes en el sector ha tendido a quedar rezagada respecto a la de otros sectores y su implantación es desigual, siendo utilizadas con mayor frecuencia por las explotaciones agrícolas de mayor tamaño, en determinadas prácticas agrícolas o sectores de cultivo específicos y en determinadas regiones europeas.

Impacto de la agricultura inteligente y la digitalización en la SST

El sector agrícola y forestal es uno de los sectores de trabajo más peligrosos. Sin embargo, las nuevas tecnologías podrían mejorar la SST en el sector. Existe un gran potencial para optimizar la seguridad y la salud en el lugar de trabajo mediante la incorporación de **elementos de seguridad, salud y ergonomía en el desarrollo y diseño** de tecnologías de agricultura inteligente, así como en el diseño de la disposición de las explotaciones agrícolas y los cultivos y en los procesos e instalaciones de manipulación de animales. En las siguientes secciones analizamos el potencial de la agricultura inteligente para mejorar la SST en el sector, pero también consideramos los nuevos riesgos que podrían surgir si la introducción de las nuevas tecnologías digitales no se gestiona eficazmente.

Agricultura inteligente y mejoras de la SST

Los avances de la agricultura inteligente pueden reducir los factores de riesgo en materia de SST y mejorar el entorno de trabajo.

Las soluciones tecnológicas que ofrece la agricultura inteligente pueden reducir la carga de trabajo **sustituyendo la mano de obra por capital** y minimizando la exposición al riesgo. Como ejemplos de ello cabe citar a Noguchi (2013), en relación con la producción agrícola, y Jago y otros, (2013), en relación con la producción láctea. Al sustituir la mano de obra se elimina el riesgo de lesiones en el lugar de trabajo,

mejorando por tanto la SST; entre los ejemplos se incluyen la cosecha mecanizada de cultivos (p. ej., patatas y frutas), el ordeño automatizado de las vacas lecheras y la tecnología de cosechadoras forestales.

La adopción de tecnologías como las telecomunicaciones, la automatización y la agricultura de precisión¹ fomentará **sistemas de gestión más eficientes** (incluidos los sistemas de gestión del tiempo), aumentará la rentabilidad de las explotaciones agrícolas, minimizará las repercusiones medioambientales negativas y mejorará la sostenibilidad de la producción agrícola, al tiempo que favorecerá las normas de SST.

Las soluciones de agricultura inteligente pueden simplificar los sistemas de trabajo, además de **optimizar el control de los procesos y la gestión de los sistemas de seguridad**. Esto facilitará la organización del trabajo y dará lugar a mejoras de la SST. Sin embargo, siguen existiendo dificultades en muchas áreas de la agricultura debido a la irregularidad e imprevisibilidad del entorno de trabajo (suelo, topografía, cultivos y ganado, clima, etc.), lo que hace que el «uso de sensores» resulte especialmente difícil (Wang, C., 2013). Muy probablemente, un paso intermedio será el uso de la «robótica colaborativa»: el diseño de robots para trabajar junto con personas, dejando a los robots las tareas de manipulación sencillas mientras que las personas siguen realizando acciones más complejas y delicadas (Downing, 2018).

Como hemos visto con la adopción de tecnologías como los sistemas de ordeño automatizados, el **equilibrio entre la vida laboral y personal mejorará**, ya que los agricultores podrán gestionar y supervisar las máquinas y sistemas de forma virtual, es decir, a distancia y en diferentes momentos. Ejemplos de ello son la supervisión de los entornos en las instalaciones para cerdos o aves de corral a través del teléfono móvil, el uso de una cámara a distancia para controlar el ganado en la época de cría o la utilización de sistemas de riego automáticos para determinar cuándo y dónde regar y cuánta agua aplicar (Wang, D. y otros, 2013).

La **prevención de los trastornos musculoesqueléticos (TME)** mediante mejoras ergonómicas será uno de los beneficios más importantes de la introducción de tecnologías inteligentes en la agricultura y la silvicultura. Los TME son una de las dolencias más habituales que padecen las personas que trabajan en el sector agrícola (Osborne y otros, 2012).

Gráfico 1: Dron agrícola

Los equipos de fumigación de precisión inteligentes (como los drones para fumigación teledirigidos o los



equipos robóticos sobre el terreno) pueden fumigar a distancia y reducir la cantidad de sustancias químicas utilizadas, lo que brinda la oportunidad de **reducir la exposición de las personas a sustancias peligrosas** como los pesticidas, así como de disminuir el impacto de dichas sustancias en el medio ambiente. El equipo de fumigación de precisión puede reducir el uso de plaguicidas hasta en un 80-90 % en algunos casos (Wipro, 2019). Algunas tecnologías inteligentes en fase de desarrollo, como la tecnología de eliminación de malas hierbas mediante electricidad o «zapping» (utilizando láseres), prescinden completamente del uso de plaguicidas.

Las nuevas tecnologías también brindarán la oportunidad de **mejorar la seguridad de las máquinas y los vehículos**, por ejemplo, mediante sensores de par y torsión, sensores táctiles y de presión, sensores de velocidad máxima de seguridad y de proximidad, sensores de suelo y cámaras, así como botones de parada de emergencia (Vasconez y otros, 2019).

La tecnología utilizada en la ganadería de precisión (PLF, «*precision livestock farming*») ofrece un gran potencial para **mejorar la seguridad del ganado**. Los enfoques innovadores, como el uso de biosensores para la gestión de la salud de los animales, han ido ganando reconocimiento (Steenefeld y otros, 2015). La PLF puede facilitar la vigilancia del rebaño y reducir las tareas físicas repetitivas, como el ordeño y la alimentación, al tiempo que simplifica el seguimiento de los animales (por ejemplo, el calor y los problemas de salud).

¹ Concepto de gestión agrícola que utiliza técnicas digitales de seguimiento y optimización de los procesos de producción agrícola, también conocido como agricultura de precisión.

Las nuevas tecnologías de supervisión inteligentes podrían mejorar la seguridad y la salud en las explotaciones agrícolas y los bosques, en particular mediante el uso de dispositivos inteligentes que se pueden llevar encima, como relojes inteligentes y equipos de protección individual (EPI) inteligentes (EU-OSHA, 2020b).

Además de las mejoras de seguridad en la silvicultura gracias a una maquinaria más inteligente y digitalizada, como las cosechadoras, las **cuñas de tala operadas por control remoto** pueden reducir el riesgo en las operaciones de tala. Aunque su uso aún no se ha generalizado, es probable que se empleen con mayor frecuencia en el futuro, ya que los efectos del cambio climático generan la necesidad de retirar los árboles más dañados o moribundos.

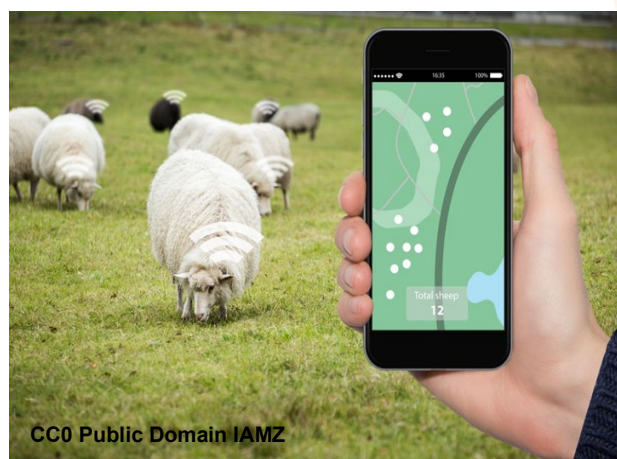
También se están desarrollando tecnologías y aplicaciones digitales nuevas y mejoradas para **registrar y gestionar los riesgos para la seguridad (explotaciones agrícolas) y apoyar la formación en materia de SST**; como ejemplos cabe destacar las herramientas específicas para la identificación de riesgos, herramientas para evaluaciones de riesgos y auditorías de SST, y una serie de dispositivos de formación sobre simulador de tractor².

Riesgos en materia de SST derivados de las tecnologías de agricultura inteligente

Será necesario evaluar las nuevas tecnologías para determinar si entrañan **riesgos nuevos o adicionales para el lugar de trabajo**.

Según la Robotics and Autonomous Systems Network del Reino Unido (UK-RAS Network, 2018), la supervisión humana de los robots agrícolas será necesaria para garantizar la seguridad en un futuro próximo, al menos hasta que la tecnología sea más autónoma.

Gráfico 2: Aplicación para agricultura inteligente



Entre las aplicaciones y tecnologías de la agricultura inteligente se incluyen vehículos autónomos, dispositivos de extracción y corte, fumigación automática, tecnologías de corte por láser y drones. Si no se gestionan conjuntamente de manera eficaz, varios de estos sistemas que operen al mismo tiempo, en la misma zona de terreno y entre las personas podrían crear riesgos de aplastamiento, colisión, cortes y quemaduras, así como posibles problemas relacionados con el estrés derivados del temor a sufrir accidentes causados por las tecnologías autónomas. Los llamados «cobots» serán muy probablemente el primer paso intermedio en los avances de la robótica para la agricultura (Huelke, 2016).

Además de brindar oportunidades para mejorar la seguridad, las nuevas tecnologías también reducirán la carga de trabajo y el número de personas necesarias para realizar determinadas tareas agrícolas. Esto puede implicar un incremento del **número de personas que realizan su actividad en solitario** en el sector forestal y agrícola quienes, sin supervisión directa, correrán un mayor riesgo. Las explotaciones agrícolas también pueden verse tentadas a contar únicamente con soluciones tecnológicas más baratas para la supervisión y el apoyo de emergencia, en lugar de proporcionar alguna persona acompañante.

Los retos psicosociales como la **monotonía y el estrés** están asociados a la introducción de nuevas tecnologías automatizadas en la agricultura y la silvicultura. Los agricultores sufren estrés y frustración por el mal funcionamiento de los sistemas automatizados durante los periodos iniciales de utilización, como las falsas alarmas, y las personas de más edad padecen estrés relacionado con la introducción de nuevas tecnologías (Holte y otros, 2018; Karttunen y otros, 2016; Lunner-Kolstrup y otros, 2018). El trabajo monótono puede suponer riesgos psicosociales adicionales. La diversidad de tareas es importante tanto en el trabajo agrícola como en el forestal, de modo que las personas no estén obligadas a permanecer en puestos fijos

² Entre los ejemplos se incluyen el simulador de vuelco de tractor del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) y la Universidad de Cartagena: <https://www.insst.es/~tu-vida-sin-vuelcos>, y el simulador de conducción de tractor del Departamento de Agricultura, Medio Ambiente y Asuntos Rurales de Irlanda del Norte: <https://www.daera-ni.gov.uk/news/minister-poots-launches-nis-first-tractor-driving-simulators>.

trabajando con máquinas durante periodos de tiempo prolongados, lo que aumenta el riesgo de TME y enfermedades cardiovasculares.

La «**piratería informática**» y las **interferencias** podrían convertirse en una verdadera amenaza para la seguridad y la protección en el futuro. Según un estudio estadounidense (DHS, 2018), es necesario gestionar una serie de riesgos en la agricultura inteligente, como el posible robo de datos confidenciales, la exposición de los sistemas al ransomware, la alteración de la producción agrícola y la amenaza para la integridad del ganado. Además, un tractor robotizado podría ser pirateado y causar estragos, y se podría interferir deliberadamente con los robots, ya sea por "diversión" o con intenciones maliciosas.

La **supervisión del rendimiento y el ritmo de la mano de obra** a través de las nuevas tecnologías portátiles podría dar lugar a inquietudes éticas y aumentar el estrés de las personas si no se utilizan correctamente. Este riesgo sería más importante si el personal agrícola es supervisado en función de su rendimiento de forma prorrateada, como en el sector hortícola. Sin embargo, si se gestiona eficazmente mediante la negociación colectiva, y dado que el personal de los cultivos de temporada ya es objeto de un seguimiento basado en la cantidad de fruta que recoge, el impacto en este caso podría ser positivo. Estas tecnologías podrían añadir valor en términos de seguridad y salud, y los sistemas de control pueden comprobar y evaluar aspectos como el estrés térmico y los movimientos repetitivos.

Recomendaciones

La formación debe seguir el ritmo del progreso tecnológico, y la **formación sobre seguridad y salud** también deberá adaptarse para incorporar el uso de tecnologías digitales, robots e IA.

Las **técnicas de evaluación de riesgos** también deberán adaptarse a las nuevas tecnologías, como los robots y los cobots, sobre todo en lo que atañe a la IA y la transparencia en la toma de decisiones, con el fin de evitar riesgos de daños causados por equívocos o interpretaciones erróneas entre la IA y las personas (EU-OSHA, 2018).

Desde una fase temprana, **las consideraciones en materia de SST deben integrarse en el desarrollo y el diseño** de nuevos equipos y tecnologías de agricultura de precisión e inteligente, así como en los diseños de explotaciones agrícolas y cultivos, con el fin de eliminar o reducir el riesgo. En un informe de la EU-OSHA sobre digitalización para la seguridad y la salud en el trabajo (EU-OSHA, 2018) también se identificó un firme planteamiento de "prevención a través del diseño" que integre un enfoque de diseño centrado en el usuario o el personal.

Sin embargo, el impacto positivo de las nuevas tecnologías y maquinaria en la SST será limitado a menos que vaya acompañado del desarrollo de una **verdadera cultura de prevención** en el sector. La gestión de las explotaciones agrícolas estará en el centro de esta cultura de prevención, así como los servicios de formación, educación, asesoramiento y extensión y las actividades de sensibilización.

La **investigación sobre SST en el sector agrícola y forestal** debe incluirse en el programa de investigación Horizonte Europa. Los ámbitos de investigación podrían estar vinculados a la prioridad de la política agrícola común (PAC) para la digitalización en la agricultura, y podrían incluir la investigación sobre los cobots para uso agrícola y las consideraciones sobre la integración de la seguridad, ergonómicas y psicosociales o los EPP portátiles inteligentes para la protección de los trabajadores en la agricultura.

Conclusiones

En resumen, existe un enorme potencial para utilizar soluciones tecnológicas (incluida la agricultura inteligente) con el fin de reducir los factores de riesgo en materia de SST en la agricultura y la silvicultura. Sin embargo, **la agricultura inteligente no ofrecerá soluciones inmediatas para la seguridad y la salud** en el sector. El principal reto que queda por resolver es la adopción efectiva de dicha tecnología, que está asociada con variables como los ingresos y las dimensiones de las explotaciones agrícolas, la edad y la educación de los agricultores, la facilidad de uso de la tecnología específica, así como el apoyo a la industria y la extensión para las empresas agrícoloras. Con la adopción de la tecnología, también será necesario mejorar los niveles de cualificación (y formación) del personal para seguir el ritmo del cambio.

Muchas de las mejoras en materia de SST resultantes de las nuevas tecnologías suelen ser «aplicaciones industriales» de avances destinados a aumentar la productividad y los márgenes de beneficio en el sector, en lugar de objetivos en materia de SST propiamente dichos. No obstante, estos avances siguen ofreciendo un potencial real para mejorar el entorno de trabajo, sobre todo si integran desde el principio técnicas eficaces de evaluación de riesgos y principios «de prevención a través del diseño», evitando de esta forma efectos imprevistos.

Referencias

- DHS (Ministerio de Seguridad Nacional) (2018). *Threats to precision agriculture*. Ministerio de Seguridad Nacional, Estados Unidos. Disponible en: https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/2018%20AEP_Threats_to_Precision_Agriculture.pdf
- Downing, J. (2018). Next-generation mechanization. New advances in image-recognition technology and robotics are reducing the need for manual labor — and potentially herbicides as well. *California Agriculture* 72(2), 103-104.
- EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo) (2018). *Estudio prospectivo sobre los riesgos nuevos y emergentes para la seguridad y salud en el trabajo asociados a la digitalización en 2025*. Informe del Observatorio Europeo de Riesgos. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks-associated>
- EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo) (2020a). *Review of the future of agriculture and occupational safety and health (OSH): foresight on new and emerging risks in OSH*. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/future-agriculture-and-forestry-implications-managing-worker-safety-and-health/view>
- EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo) (2020b). *Equipo de protección personal inteligente: protección inteligente de cara al futuro*. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/smart-personal-protective-equipment-intelligent-protection-future/view>
- Holte, K. A., Follo, G., Kjestveit, K. y Stræte, E. P. (2018). Agriculture into the future: new technology, new organisation and new occupational health and safety risks? In: *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association* (pp. 404-413). Springer, Cham, Suiza.
- Huelke, M. (2016). Collaborating robots. OSHwiki. Disponible en: https://oshwiki.eu/wiki/Collaborating_robots.
- Jago, J., Eastwood, C., Kerrisk, K. y Yule, I. (2013). Precision dairy farming in Australasia: adoption, risks and opportunities. *Animal Production Science* 53(9): 907-916.
- Karttunen, J. P., Rautiainen, R. H. y Lunner-Kolstrup, C. (2016). Occupational health and safety of Finnish dairy farmers using automatic milking systems. *Frontiers in Public Health* 4, 147.
- Klerkx, L. y Rose, D. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: how do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security* 24. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>
- Lunner-Kolstrup, C., Hörndahl, T. y Karttunen, J. P. (2018). Farm operators' experiences of advanced technology and automation in Swedish agriculture: a pilot study. *Journal of Agromedicine* 23(3), 215-226. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2018.1458670>
- Noguchi, N. (2013). Agricultural infotronic systems. In: Zhang, Q. y Pierce, F. J. (eds), *Agricultural Automation — Fundamentals and Practices* (pp. 15-39). CRC Press.
- Osborne, A., Blake, C., Fullen, B. M., Meredith, D., Phelan, J., McNamara, J. y Cunningham, C. (2012). Prevalence of musculoskeletal disorders among farmers: a systematic review. *American Journal of Industrial Medicine* 55(2), 143-158.
- Steenefeld, W., Hogeveen, H. y Lansink, A. O. (2015). Economic consequences of investing in sensor systems on dairy farms. *Computers and Electronics in Agriculture* 119, 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.10.006>
- UK-RAS Network (UK Robotics and Autonomous Systems Network) (2018). Agricultural robotics: the future of robotic agriculture. Disponible en: <https://arxiv.org/pdf/1806.06762.pdf>
- Vasconez, J. P., Kantor, G. A. y Cheein, F. A. A. (2019). Human-robot interaction in agriculture: a survey and current challenges. *Biosystems Engineering* 179, 35-48.
- Wang, C. (2013). Worksite management for precision agricultural production. In: Zhang, Q. y Pierce, F. J. (eds), *Agricultural Automation — Fundamentals and Practices* (pp. 343-366). CRC Press.

- Wang, D., O'Shaughnessey, S. A. y King, B. (2013). Automation irrigation management with soil and canopy sensing. In: Zhang, Q. y Pierce, F.J. (eds), *Agricultural Automation — Fundamentals and Practices* (pp. 295-322). CRC Press.
- Wipro (2019). Towards future farming: how artificial intelligence is transforming the agriculture industry. Disponible en: <https://www.wipro.com/holmes/towards-future-farming-how-artificial-intelligence-is-transforming-the-agriculture-industry/>

Autores: Alun Jones – CIHEAM (Centro Internacional de Estudios Superiores sobre Agronomía Mediterránea), Dra. Martina Jakob – Instituto de Ingeniería Agrícola y Bioeconomía de Leibniz e.V. (ATB) (miembro de Sacurima), Dr. John McNamara – Teagasc (Autoridad Irlandesa para el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación), (vicepresidente de Sacurima).

Gestión del proyecto: Annick Starren, Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA).

©Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2021 Reproducción autorizada siempre que se cite la fuente.

Este informe fue un encargo de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA). Su contenido, incluidas las opiniones y/o conclusiones expresadas, es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja necesariamente las opiniones de la EU-OSHA.