

HABILIDADES DIRECTIVAS EN LA AGRICULTURA 5.0

MANAGEMENT SKILLS IN AGRICULTURE 5.0

 **Rocío Romero Cruz.**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

rocio.romero@ujat.mx

Nacajuca Tabasco, Mex

 **Jessica Esther Cruz Velazco.**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Jesyk14@hotmail.com

Villahermosa, Tabasco.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 07/01/2025

Aceptado: 29/03/2025

Publicado: 31/03/2025

RESUMEN

Objetivo: Este artículo tiene como objetivo identificar y analizar las habilidades directivas necesarias para los agricultores en el contexto de la Agricultura 5.0, un enfoque que combina tecnologías innovadoras con prácticas sostenibles para transformar el sector agrícola.

Metodología: Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura, analizando artículos indexados en la base de datos Scopus entre 2018 y 2024. Se seleccionaron 44 documentos empíricos que abordan las competencias laborales y las necesidades emergentes en la Agricultura 5.0.

Resultados: Los hallazgos revelan que las habilidades directivas clave incluyen la gestión empresarial, que abarca la planificación y control de recursos; el liderazgo, esencial para guiar equipos; y la toma de decisiones informadas basadas en datos. Además, se destacan la innovación, la adaptabilidad a tecnologías emergentes como la agricultura de precisión, y la gestión financiera como competencias críticas para enfrentar los desafíos del sector.

Conclusión: Las habilidades directivas son fundamentales para que los agricultores se adapten a un entorno laboral en constante cambio y aprovechen las oportunidades que ofrece la Agricultura 5.0. El desarrollo de estas competencias no solo mejora el desempeño individual, sino que también contribuye a la sostenibilidad y competitividad del sector agrícola.

Palabras Clave: Agricultura 5.0, Habilidades directivas, Automatización agrícola.

ABSTRACT

Objective: This article aims to identify and analyze the management skills necessary for farmers in the context of Agriculture 5.0, an approach that combines innovative technologies with sustainable practices to transform the agricultural sector.

Methodology: A systematic review of the literature was carried out, analyzing articles indexed in the Scopus database between 2018 and 2024. 50 empirical documents that address job skills and emerging needs in Agriculture 5.0 were selected.

Results: Findings reveal that key management skills include business management, which encompasses resource planning and control; leadership, essential to guide teams; and making informed decisions based on data. In addition, innovation, adaptability to emerging technologies such as precision agriculture, and financial management are highlighted as critical competencies to face the challenges of the sector.

Conclusion: Management skills are essential for farmers to adapt to a constantly changing work environment and take advantage of the opportunities offered by Agriculture 5.0. The development of these skills not only improves individual performance, but also contributes to the sustainability and competitiveness of the agricultural sector.

Keywords: Agriculture 5.0, Management skills, Agricultural automation.

INTRODUCCIÓN

La transformación del paisaje ocupacional en la producción agrícola implica la identificación de nuevas competencias laborales y requisitos de formación para el desarrollo sostenible del sector agrícola, a medida que la robotización y la automatización se integran en las prácticas de este sector, se espera que surjan nuevas habilidades que los trabajadores deberán adquirir para adaptarse a estos cambios (Marinoudi et al, 2021).

Se prevé que para el año 2050, la demanda mundial de alimentos aumentará en un 70 % para satisfacer las necesidades de una población estimada de 10 100 millones de personas (Bissadu et al, 2024). En este contexto, resulta esencial garantizar la seguridad alimentaria para todos, promoviendo la sostenibilidad y una gestión eficiente de los recursos, de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Este desafío ha impulsado una transformación significativa en el sector agrícola a través de la digitalización, destacándose el uso de tecnologías avanzadas como el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la conectividad 5G, el análisis del big data, la robótica y la computación en la nube.

Por su parte, Marinoudi et al. (2021) destacan que el 81 % de la fuerza laboral agrícola está involucrada en ocupaciones que requieren tareas manuales y rutinarias, lo que las hace más susceptibles a la robotización, sin embargo, las tareas no estandarizadas y cognitivas pueden reducir esta susceptibilidad, lo que sugiere que los trabajadores en roles que requieren habilidades más complejas y adaptativas tendrán una ventaja en el futuro. En ese sentido (Bissadu et al, 2024) mencionan que la transición a la agricultura 5.0 implica un cambio en los niveles de habilidades requeridas para la producción agrícola, lo que genera una gran demanda de capacitación continua o reentrenamiento de los trabajadores, destacan que muchos agricultores, especialmente en países en desarrollo, tienen un conocimiento y habilidades limitadas para adoptar la agricultura inteligente, lo que representa un desafío adicional, además, señalan que no solo necesitarán capacitación extensa, sino que también podrían volverse cada vez más dependientes de servicios de consultoría externa, especialmente de corporaciones multinacionales influyentes.

REPERCUSIONES DE LA AGRICULTURA 5.0 EN EL CONTEXTO SOCIAL DE LOS TRABAJADORES

La transición hacia la Agricultura 5.0 exige que los trabajadores agrícolas adquieran nuevas competencias y habilidades para interactuar eficazmente con las tecnologías emergentes. Marinoudi et al. (2021) destacan que ciertas ocupaciones, como la de "técnicos agrícolas", muestran baja probabilidad de automatización en el corto plazo, lo cual sugiere que estas posiciones requieren un enfoque específico en capacitación y desarrollo de competencias.

Mientras que Zou et al. (2021), mencionan que la mecanización agrícola asociada a la Agricultura 5.0 ha reducido la demanda de mano de obra, generando una migración de trabajadores rurales, especialmente jóvenes, hacia zonas urbanas en busca de mejores empleos. Sin embargo, muchos carecen de habilidades profesionales, lo que dificulta su integración permanente y los limita a empleos temporales. Este fenómeno ha reducido la fuerza laboral agrícola y envejecido a la población activa, lo cual resalta la necesidad de fortalecer las competencias laborales en el sector agrícola. En otras palabras, la mecanización no solo reduce la cantidad de empleo disponible en la agricultura, sino que también plantea desafíos en el desarrollo de competencias para aquellos que buscan empleo fuera de este sector.

Por su parte Helfenstein et al. (2024), argumentan que es fundamental una transformación en la agricultura que incluya cambios ideológicos y prácticos, donde los agricultores desempeñen un rol central en la selección de estrategias hacia una mayor multifuncionalidad en sus prácticas. En este sentido, Yimam et al. (2022) enfatizan la importancia de desarrollar competencias en la producción de cultivos hortícolas y de flores, que son intensivas en empleo por hectárea.

Yang et al. (2024) sostienen que el capital social facilita oportunidades de empleo no agrícola, lo cual puede mejorar los ingresos de las poblaciones rurales. Recomiendan que los trabajadores del campo desarrollen habilidades para adaptarse a nuevas oportunidades y adquirir competencias que les permitan desempeñarse en el ámbito no agrícola. Esto implica que los trabajadores rurales deben adquirir habilidades que incrementen su empleabilidad y, en consecuencia, sus ingresos; Osibanjo et al. (2018) sugieren que, además del desarrollo de habilidades técnicas, factores como el diseño del trabajo, la variedad de habilidades, la identidad de la tarea y el sentido de autonomía influyen en los resultados laborales de los trabajadores agrícolas.

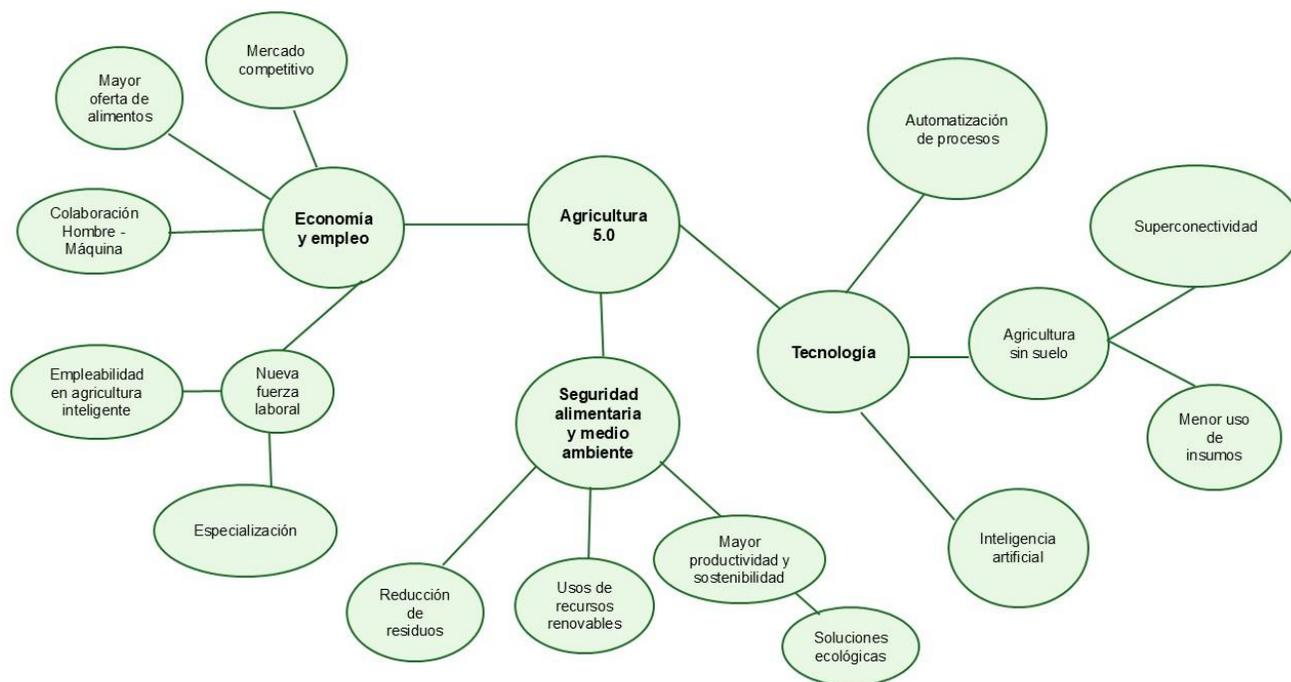
De lo anterior se desprende que los empleados agrícolas pueden beneficiarse de habilidades que les permitan adaptarse a diversas tareas, supervisar proyectos y trabajar de manera independiente, incluyendo habilidades interpersonales, de gestión del tiempo y de resolución de problemas. Dada la transición hacia la automatización y la multifuncionalidad en la agricultura, es fundamental que los trabajadores desarrollen la capacidad de ajustarse a nuevas prácticas agrícolas y regulaciones ambientales, especialmente en un contexto de adopción de tecnologías agroecológicas. Además, es importante que los trabajadores establezcan relaciones colaborativas dentro de la cadena de valor agrícola y adquieran conocimientos sobre sostenibilidad para implementar prácticas de Agricultura 5.0 de forma ética y sostenible. La capacidad de gestionar proyectos y tomar decisiones informadas en un entorno de multifuncionalidad es igualmente esencial (Helfenstein et al, 2024).

En el contexto de la Agricultura 5.0, se plantea que las tecnologías deben desarrollarse y aplicarse de forma que complementen la labor de los agricultores en lugar de reemplazarlos, este enfoque busca una coexistencia armoniosa entre humanos y máquinas, donde las máquinas realicen tareas repetitivas y pesadas, permitiendo a los trabajadores centrarse en actividades que requieren pensamiento crítico, creatividad y toma de decisiones complejas. Asimismo, Bissadu et al. (2024) señalan la importancia de integrar valores sociales y culturales en las prácticas agrícolas, para asegurar que el avance tecnológico no solo sea eficiente, sino también sostenible y ético.

Se espera que la robotización y automatización transformen significativamente el panorama laboral en la agricultura. Se prevé que muchos trabajos repetitivos y agotadores serán automatizados, dando lugar a empleos más exigentes y de mayor calificación. Al mismo tiempo, algunas ocupaciones serán complementadas por la robótica, lo que sugiere una transformación en la naturaleza de los trabajos existentes. Es crucial anticiparse a estos cambios, ya que la evolución del entorno laboral puede generar desafíos sociales, como el desempleo y la polarización salarial, pero también oportunidades de desarrollo de nuevas habilidades y requisitos de formación. Identificar estas tendencias es esencial para promover un desarrollo social y sostenible en el sector agrícola (Marinoudi et al, 2021).

Figura 1.

Soluciones que aporta la Agricultura 5.0



Nota: Identificación de las soluciones que aporta la agricultura 5.0 a partir de una revisión de literatura por Bissadu, K. D., Sonko, S., & Hossain, G. (2024). Society 5.0 enabled agriculture: Drivers, enabling technologies, architectures, opportunities, and challenges. In Information Processing in Agriculture. China Agricultural University. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2024.04.003>.

Rijnks et al. (2022) sugieren que los individuos en riesgo de automatización tienden a buscar nuevas oportunidades laborales que se alineen con sus habilidades existentes, lo que resalta la necesidad de un enfoque que considere la densidad del mercado laboral en función de las habilidades y conocimientos específicos, esto implica que para modelar con precisión la exposición local a la automatización, es necesario desarrollar medidas que reflejen la concentración de habilidades y conocimientos en el mercado laboral.

MÉTODO

Con el propósito de recolectar una síntesis de la evidencia científica disponible se realizó una revisión sistemática de literatura siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and MetaAnalyses). Se realizaron búsquedas en las bases de datos Scopus, Web of Science Clarivate y en el Directory of Open Access Journals (DOAJ) a través de diversos criterios que incluyeron palabras relacionadas con Agricultura, Competencias laborales, Automatización agrícola, Producción agrícola.

En la tabla 1 se presentan los criterios de inclusión y exclusión de los manuscritos analizados en este estudio.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión del manuscrito

Criterios de inclusión

Se incluyeron manuscritos que presentaban revisiones de modelos teóricos.

Se incluyeron manuscritos si abordaba habilidades del trabajo agrícolas o agroambientales.

También se incluyeron manuscritos que trataban sobre las tendencias en los nuevos diseños de puesto para el trabajo relacionados con la agricultura y la automatización de procesos y tareas.

Características de los manuscritos:

- Publicados en revistas revisadas por pares.
- Tipos de documentos: artículos.
- Con restricción de idioma: inglés principalmente y español.
- De 2018 a 2024.

Un artículo fue excluido si cumplía uno o más de los siguientes criterios de exclusión:

- Tipos de documentos: libros, capítulos de libros, resúmenes, monografías, comentarios, disertaciones y protocolos.
-

- Se excluyeron los manuscritos si el tema no estaba relacionado con los objetivos de la revisión de la literatura (por ejemplo, relación entre las competencias laborales y el sector agrícola).

- Documentos duplicados.

Nota: Se incluyeron palabras clave alternativas como "agricultural employment" O "agricultural job creation" O " rural human-machine interaction" y se vincularon en la búsqueda con el operador booleano OR "employees in agricultural " OR " Agricultural transformation" OR " Agriculture 5.0 ".

Para facilitar la comprensión del proceso de selección de estudios, en la Tabla 2 se presenta un resumen del número de publicaciones incluidas tras la aplicación de los criterios de elegibilidad. Este proceso permitió depurar los documentos obtenidos en la búsqueda inicial para asegurar la pertinencia y calidad de estos en el marco del estudio. La tabla muestra el número de documentos seleccionados dentro del período de cobertura de la búsqueda.

Tabla 2. Publicaciones incluidas en el período de cobertura de la búsqueda: 2018 a 2024.

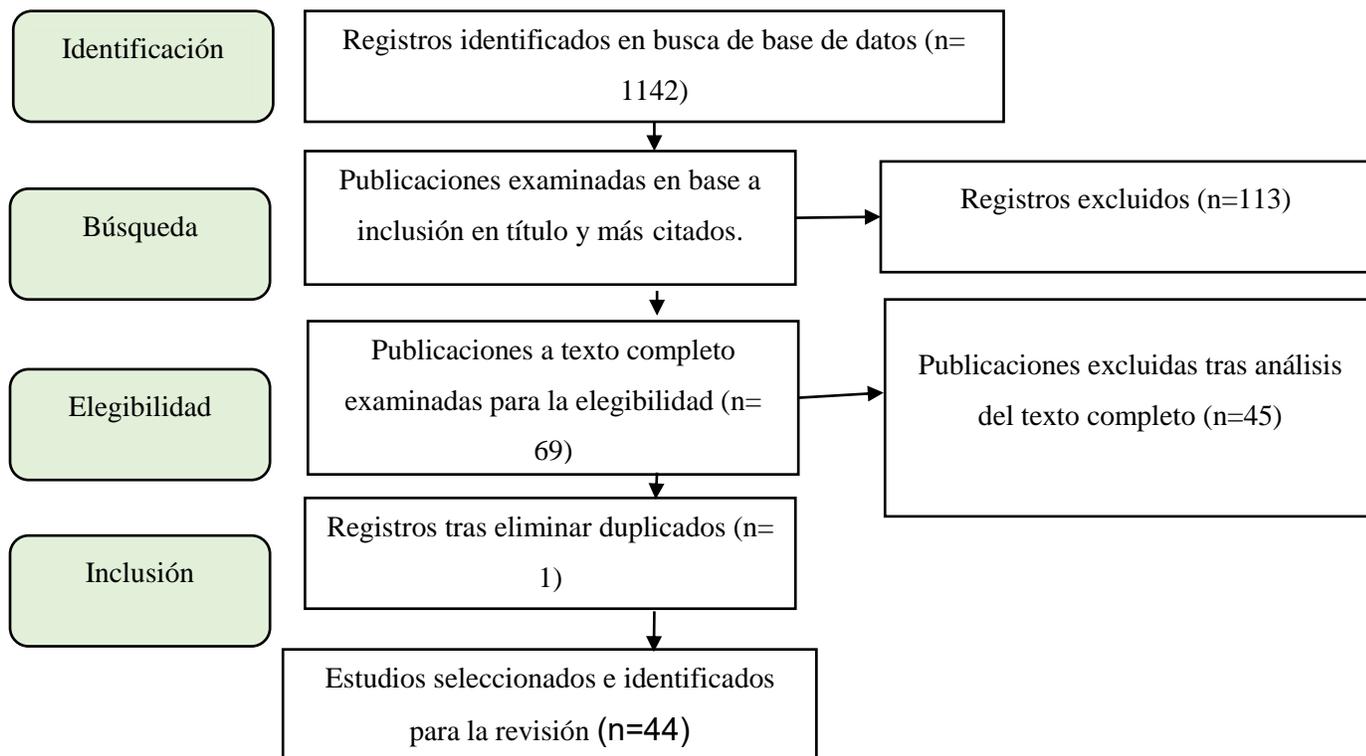
Base de datos	Idioma	Manuscritos incluidos
Scopus	Inglés	11
Emerald	Inglés	17
Directory of Open Access Journals (DOAJ)	Español	16
Total		44

Nota: Elaboración propia.

La Figura 2 muestra el diagrama de flujo correspondiente al proceso de revisión sistemática de literatura seguido en este estudio. Este diagrama ilustra cada una de las etapas del proceso, desde la identificación de estudios en las bases de datos seleccionadas hasta la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, detallando el número de documentos descartados en cada fase. La visualización de este proceso permite una mayor transparencia en la selección de estudios y asegura la rigurosidad metodológica de la revisión.

Figura 2.

Diagrama de flujo proceso de Revisión Sistemática de Literatura.

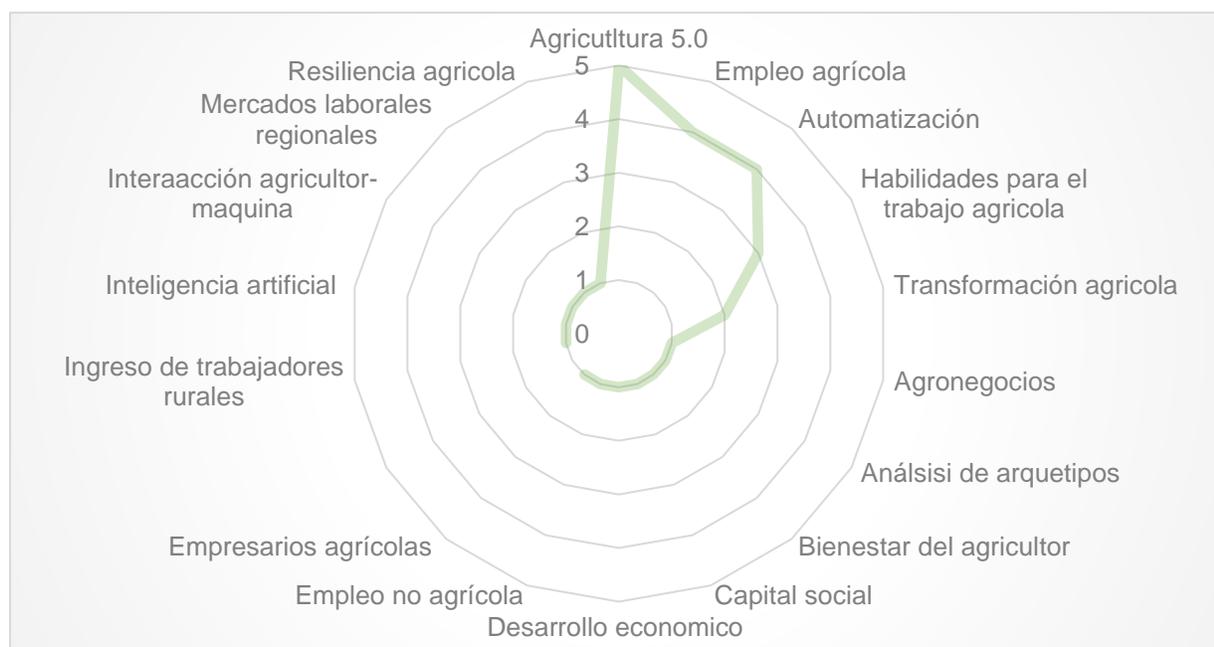


Nota: Elaboración propia.

La Figura 3 presenta una visualización de las palabras clave más frecuentes en los artículos incluidos en esta revisión sistemática de literatura. Este análisis de palabras clave permite identificar los temas centrales y conceptos recurrentes en el corpus de estudios seleccionados, proporcionando una visión general de las tendencias temáticas que emergen en el campo de estudio. La representación facilita el reconocimiento de áreas de interés y enfoques comunes entre las publicaciones analizadas.

Figura 3.

Palabras clave de los artículos que conforman la revisión sistemática de literatura.



Nota: Elaboración propia.

Planteamiento del problema

La automatización, entendida como la implementación de equipos y procesos controlados por computadora, se perfila como una fuerza disruptiva significativa para las operaciones comerciales, la asignación de mano de obra y el desarrollo económico regional, con un impacto particularmente marcado en las áreas rurales (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2019). Este fenómeno afecta a lo largo de la cadena de valor de diversas industrias, generando variaciones significativas en términos de creación y destrucción de empleo según la región (Rijnks et al, 2022). Estudios previos han documentado cómo la automatización influye en la demanda de diferentes niveles de calificación laboral (Raut et al. 2022a, 2022b; Santhanam-Martin et al., 2024; Yimam et al. 2022) destacando una disminución en la demanda de mano de obra poco calificada, acompañada de un aumento en la demanda de perfiles más especializados (Rijnks et al. 2022; Andrade & Westover, 2018; Perangin-Angin et al. 2020).

Sin embargo, existe una evidente brecha en la investigación que aborde las implicaciones regionales específicas de la automatización para el trabajo agrícola y las áreas rurales (BBVA, 2020). Esta laguna es crítica, particularmente en el contexto de la Agricultura 5.0, un modelo que combina tecnologías avanzadas con prácticas sostenibles (Arroyo, 2020; Isaac-Márquez et al. 2008; Rijnks et al. 2022). En este sentido, surge la necesidad de identificar y analizar las habilidades directivas esenciales para los agricultores que les permitan adaptarse a esta nueva realidad tecnológica y económica, a partir de lo anterior se estructura la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las habilidades directivas necesarias para los agricultores en el contexto de la Agricultura 5.0?

RESULTADOS

En el contexto de las competencias laborales para los trabajadores agrícolas, el tipo y la cantidad de empleos creados depende del cultivo, ya que algunos requieren más mano de obra permanente mientras que otros solo demandan trabajo estacional. Según Yimam et al. (2022), cultivos como flores frescas cortadas, frutas, verduras y la agricultura mixta generan el mayor promedio de empleos duraderos por hectárea, mientras que el café, los cereales y las semillas oleaginosas destacan en la creación de empleos estacionales. La horticultura lidera en la generación de empleos estables, seguida por las hortalizas y frutas. Además, se destaca la importancia de incentivar a los inversores, transferir tecnología y adaptar el empleo a las necesidades específicas de cada cultivo. En la Tabla 3, se presenta un resumen de las principales consecuencias de la automatización en el sector agrícola, tal como han sido identificadas por diversos autores en la literatura revisada. Esta tabla permite comparar y analizar los efectos mencionados en múltiples estudios, abarcando tanto impactos positivos como desafíos que la automatización impone en este sector.

Tabla 3. Consecuencias de la automatización del sector agrícola según diversos autores.

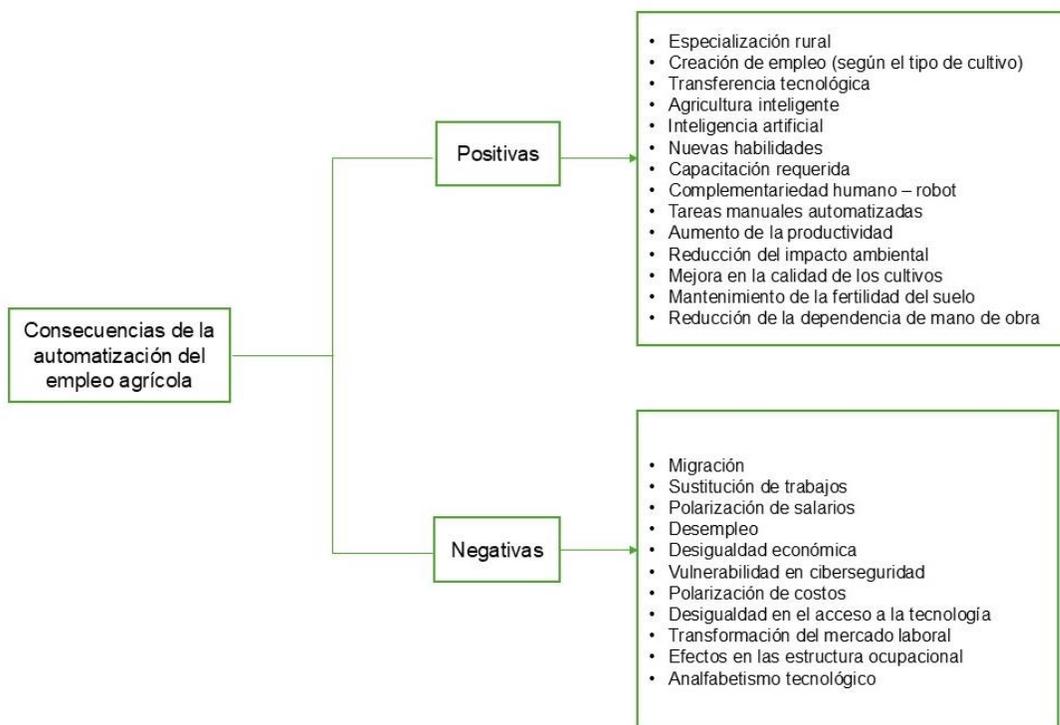
Autores	Consecuencia
(Adeyanju et al., 2024; Rjnks et al., 2022; Zarifhonarvar, 2024; Zou et al., 2024)	Migración
(Espín et al., 2023; Flores et al., 2024; Helfenstein et al., 2024; Neira, 2021; Quinde & Barbery, 2023; Rijnks et al., 2022; Santhanam-Martin et al., 2024; Tolosana, 2023; Yang et al., 2024)	Especialización rural
(Adeyanju et al., 2024; Marinoudi et al., 2021; Yimam et al., 2022; Zou et al., 2024)	Creación de empleo (según el tipo de cultivo)
(Garcez & Pacheco, 2023; Marinoudi et al., 2021; Molfino et al., 2024; Yang et al., 2024; Yimam et al., 2022)	Transferencia tecnológica
(Garcez & Pacheco, 2023; Montecé et al., 2020; Romanello & Veglio, 2022; Yimam et al., 2022)	Agricultura inteligente
(Bissadu et al., 2024; Molfino et al., 2024)	Inteligencia artificial
(Baycik & Gowda, 2024; Mann, 2024; Marinoudi et al., 2021; Osibanjo et al., 2018; Santhanam-Martin et al., 2024)	Sustitución de trabajos
(Marinoudi et al., 2021; Rico & García, 2022; Zarifhonarvar, 2024)	Polarización de salarios
(Al-Ammary & Ghanem, 2024; Baycik & Gowda, 2024; Ghobakhloo et al., 2024; Marinoudi et al., 2021; Rico & García, 2022; Santhanam-Martin et al., 2024)	Desempleo
(Adeyanju et al., 2024; Choi & Calero, 2018; Marinoudi et al., 2021; Martillo et al., 2022; Rodríguez & Meza, 2024; Santhanam-Martin et al., 2024; Yang et al., 2024; Zarifhonarvar, 2024)	Nuevas habilidades
(Al-Ammary & Ghanem, 2024; Baycik & Gowda, 2024; Choi & Calero, 2018; Estrada et al., 2022; Marinoudi et al., 2021)	Capacitación requerida

Autores	Consecuencia
(Bonilla et al., 2021; Khalil, 2024; Mann, 2024; Marinoudi et al., 2021; Quinteros et al., 2019)	Complementariedad humano-robot
(Beas, 2019; Ghobakhloo et al., 2024; Marinoudi et al., 2021; Osibanjo et al., 2018; Popovych et al., 2023; Romanello & Veglio, 2022; Santhanam-Martin et al., 2024)	Tareas manuales automatizadas
(Adeyanju et al., 2024; Barbosa et al., 2019; Beas, 2019; Bertucci & Caldeira, 2021; Carpio, 2018; Cavazza et al., 2023; Laverde & Laverde, 2021; Mateus et al., 2023; Quinteros et al., 2019; Tangarife et al., 2020; Zarifhonarvar, 2024)	Aumento de la productividad
(Adeyanju et al., 2024; Baycik & Gowda, 2024; Estrada et al., 2022; Rico & García, 2022; Rodríguez & Meza, 2024; Zou et al., 2024)	Desigualdad económica
(Estrada et al., 2022; Ghobakhloo et al., 2024)	Vulnerabilidad en ciberseguridad
(Al-Ammary & Ghanem, 2024; Cavazza et al., 2023; Estrada et al., 2022; Montecé et al., 2020)	Reducción de la dependencia de mano de obra
(Al-Ammary & Ghanem, 2024); (Cavazza et al., 2023); (Montecé et al., 2020)	Reducción del impacto ambiental
(Cavazza et al., 2023)	Polarización de costos
(Cavazza et al., 2023; Rodríguez & Meza, 2024)	Desigualdad en el acceso a la tecnología
(Beas, 2019; Bonilla et al., 2021; Espín et al., 2023; Estrada et al., 2022; Flores et al., 2024; Molfino et al., 2024; Montecé et al., 2020; Neira, 2021; Quinde & Barbery, 2023; Quinteros et al., 2019; Rodríguez & Meza, 2024; Tolosana, 2023; Zarifhonarvar, 2024)	Transformación del mercado laboral
(Rodríguez & Meza, 2024; Romanello & Veglio, 2022)	Efectos en la estructura ocupacional
(Bonilla et al., 2021; Martillo et al., 2022)	Mejora en la calidad de los cultivos
(Bonilla et al., 2021)	Mantenimiento de la fertilidad del suelo
(Khalil, 2024; Rico & García, 2022)	Analfabetismo tecnológico

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.

Consecuencias positivas y negativas de la automatización del empleo agrícola.

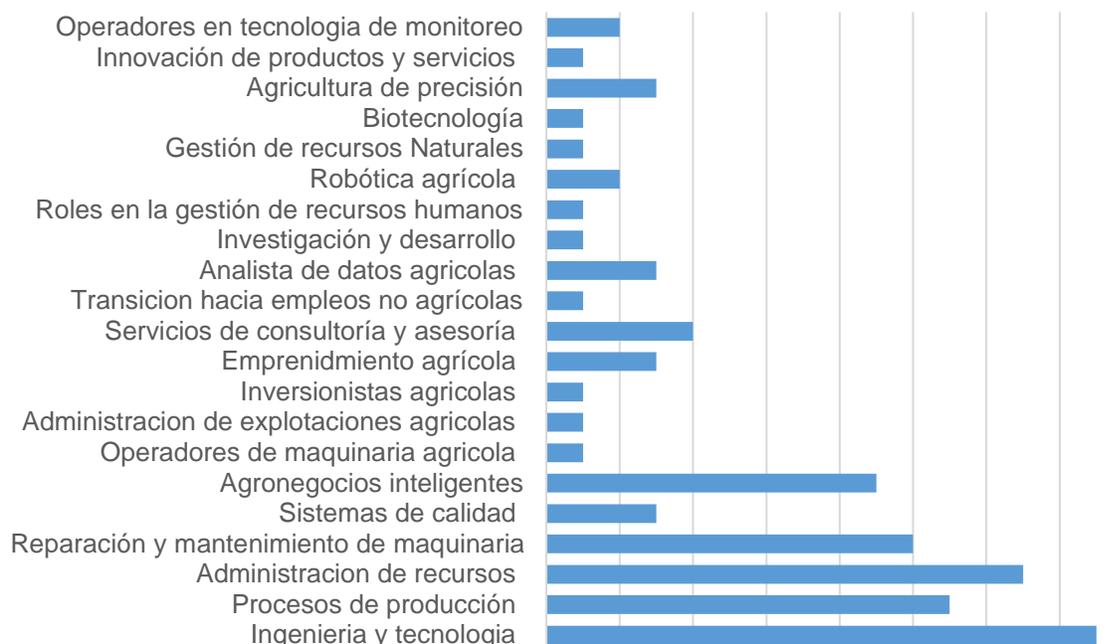


Nota: Elaboración propia.

Esta revolución de la agricultura digital produjo varios beneficios, incluido el uso eficiente de los recursos, producciones sostenibles significativas, introducción de energías renovables, maximización de las ganancias a través de reducciones de costos de insumos, etc. (Bissadu et al. 2024). La Agricultura 5.0 sienta las bases para una sociedad resiliente y sostenible, colocando a los humanos a la vanguardia de todas las transformaciones digitales [13]. El concepto de Agricultura 5.0 surge de la necesidad de armonizar los avances en la producción agrícola con la resolución de los desafíos sociales, logrados a través de un alto nivel de integración entre los espacios cibernéticos y físicos (Bissadu et al. 2024). La Figura 5 ilustra las oportunidades de empleo emergentes para los agricultores en el contexto de la agricultura 5.0. Esta representación gráfica destaca los nuevos roles y competencias requeridos en un entorno donde la digitalización, la inteligencia artificial y otras tecnologías avanzadas redefinen el trabajo agrícola. La figura permite visualizar áreas específicas de crecimiento laboral y el tipo de habilidades que los agricultores necesitarán desarrollar para adaptarse a estas innovaciones y aprovechar las oportunidades en un sector en transformación.

Figura 5.

Oportunidades de empleo para los agricultores 5.0.



Nota: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se presenta una lista de habilidades directivas clave que los agricultores necesitan desarrollar para adaptarse al modelo de agricultura 5.0. Estas habilidades reflejan las competencias necesarias para gestionar eficientemente tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, la automatización y el análisis de datos, que son cada vez más comunes en el sector agrícola. La tabla permite identificar las áreas de desarrollo esenciales para enfrentar los retos de la agricultura moderna, promoviendo así una gestión sostenible y competitiva en un entorno agrícola en constante evolución.

Tabla 4. Habilidades directivas para los agricultores 5.0

Habilidades	Autores
Gestión empresarial	(Adeyanju et al., 2024); (Ghobakhloo et al., 2024); (Al-Ammary & Ghanem, 2024); (Estrada et al., 2022); (Chávez et al., 2023); (Romanello & Veglio, 2022)
Liderazgo y gestión de equipos	(Adeyanju et al., 2024); (Yang et al., 2024); (Santhanam-Martin et al., 2024); (Bertucci & Caldeira, 2021); (Ghobakhloo et al., 2024); (Cavazza et al., 2023); (Garcez & Pacheco, 2023); (Estrada et al., 2022); (Quinteros et al., 2019); (Chávez et al., 2023); (Zarifhonarvar, 2024); (Romanello & Veglio, 2022); (Khalil, 2024)
Toma de decisiones	(Adeyanju et al., 2024); (Bertucci & Caldeira, 2021)

Habilidades	Autores
Innovación, creatividad y solución de problemas	(Adeyanju et al., 2024); (Santhanam-Martin et al., 2024); (Ghobakhloo et al., 2024); (Rodríguez & Meza, 2024); (Cavazza et al., 2023); (Garcez & Pacheco, 2023); (Estrada et al., 2022); (Rico & García, 2022); (Zarifhonarvar, 2024); (Espín et al., 2023; Flores et al., 2024; Neira, 2021; Quinde & Barbery, 2023; Tolosana, 2023); (Aguirre et al., 2019; Carpio, 2018; Laverde & Laverde, 2021; Mateus et al., 2023; Tangarife et al., 2020)
Habilidades de comunicación efectiva	(Adeyanju et al., 2024); (Yang et al., 2024); (Baycik & Gowda, 2024); (Ghobakhloo et al., 2024); (Al-Ammary & Ghanem, 2024); (Rodríguez & Meza, 2024); (Cavazza et al., 2023); (Osibanjo et al., 2018); (Estrada et al., 2022); (Choi & Calero, 2018); (Bonilla et al., 2021); (Quinteros et al., 2019); (Chávez et al., 2023); (Montecé et al., 2020); (Zarifhonarvar, 2024); (Chandio et al., 2024); (Khalil, 2024)
Adaptabilidad y flexibilidad	(Adeyanju et al., 2024); (Zou et al., 2024); (Osibanjo et al., 2018); (Bertucci & Caldeira, 2021); (Ghobakhloo et al., 2024); (Al-Ammary & Ghanem, 2024); (Cavazza et al., 2023); (Beas, 2019); (Bonilla et al., 2021); (Rico & García, 2022); (Chávez et al., 2023); (Zarifhonarvar, 2024); (Popovych et al., 2023)
Gestión financiera	(Adeyanju et al., 2024)
Habilidades tecnológicas	(Yang et al., 2024); (Zou et al., 2024); (Baycik & Gowda, 2024); (Ghobakhloo et al., 2024); (Cavazza et al., 2023); (Beas, 2019); (Montecé et al., 2020); (Zarifhonarvar, 2024); (Chandio et al., 2024); (Molfino et al., 2024); (Espín et al., 2023; Flores et al., 2024; Neira, 2021; Quinde & Barbery, 2023; Tolosana, 2023); (Popovych et al., 2023)
Networking	(Yang et al., 2024); (Rico & García, 2022)
Supervisión efectiva de trabajadores	(Santhanam-Martin et al., 2024)
Gestión del tiempo	(Osibanjo et al., 2018)
Autonomía e independencia	(Osibanjo et al., 2018); (Romanello & Veglio, 2022)
Gestión y análisis de datos	(Ghobakhloo et al., 2024); (Cavazza et al., 2023); (Estrada et al., 2022); (Choi & Calero, 2018); (Bonilla et al., 2021); (Montecé et al., 2020)
Alfabetización digital	(Al-Ammary & Ghanem, 2024); (Cavazza et al., 2023); (Bonilla et al., 2021); (Chávez et al., 2023); (Chandio et al., 2024); (Molfino et al., 2024); (Aguirre et al., 2019; Carpio, 2018; Laverde & Laverde, 2021; Mateus et al., 2023; Tangarife et al., 2020); (Martillo et al., 2022)
Habilidades analíticas	(Al-Ammary & Ghanem, 2024); (Quinteros et al., 2019); (Chávez et al., 2023)

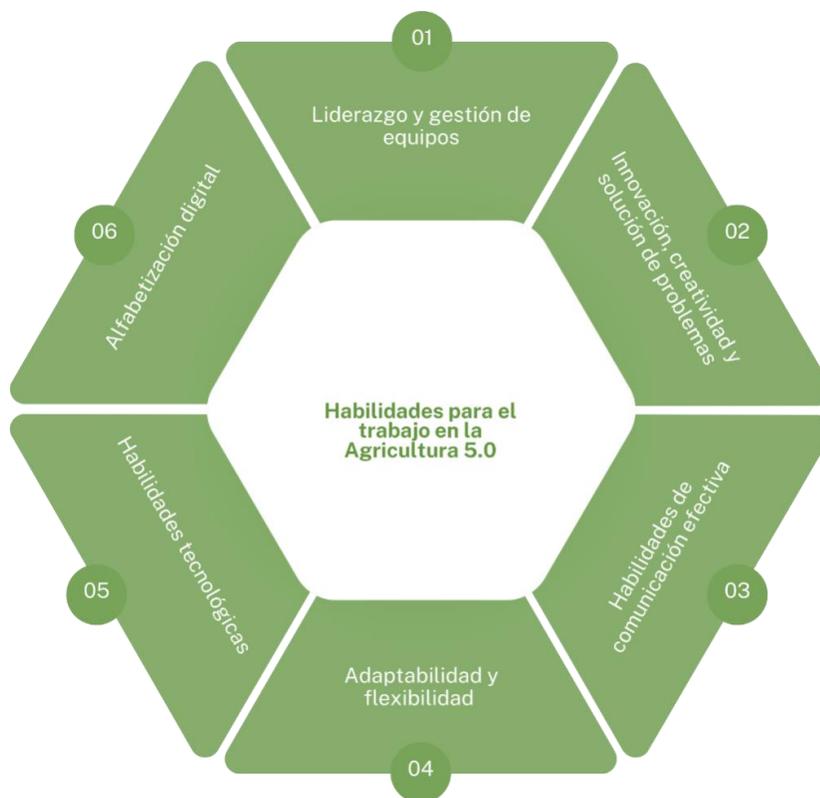
Habilidades	Autores
Interacción social	(Rodríguez & Meza, 2024); (Rico & García, 2022)
Habilidades socioemocionales	(Beas, 2019); (Rico & García, 2022)
Aprendizaje continuo	(Choi & Calero, 2018); (Quinteros et al., 2019); (Montecé et al., 2020)
Conocimientos de agricultura de precisión	(Montecé et al., 2020); (Fernández Villacrés et al., 2022; Martillo et al., 2022)

Nota: Elaboración propia.

La Figura 6 presenta las habilidades directivas clave que los agricultores deben desarrollar para enfrentar los desafíos de la automatización en el empleo agrícola, estas competencias son esenciales para adaptarse a un entorno laboral cada vez más influenciado por la tecnología avanzada y la digitalización.

Figura 5.

Habilidades directivas clave para los agricultores frente a la automatización del empleo.



Nota: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Impacto de la Automatización en el Sector Agrícola y el Futuro del Empleo

La creciente adopción de robots y sistemas automatizados en el sector agrícola está transformando profundamente el mercado laboral. Marinoudi et al. (2021) anticipan que el reemplazo de tareas repetitivas y físicamente demandantes por robots puede llevar a una disminución de empleos tradicionales y a una polarización salarial. Sin embargo, también reconocen la posibilidad de generar nuevos roles laborales que requieran habilidades avanzadas y capacitación especializada. Este cambio permitirá que los trabajadores se enfoquen en tareas que impliquen razonamiento y toma de decisiones, optimizando la colaboración entre humanos y tecnología. Rodríguez & Meza, (2024) refuerzan esta perspectiva, señalando que sectores como la agricultura y la manufactura son altamente susceptibles a la automatización, mientras que áreas de servicios, como educación y finanzas, presentan mayor resistencia al cambio. Esto indica que el impacto de la tecnología no será homogéneo y dependerá de las características propias de cada sector.

Desde un enfoque social, Yang et al. (2024) subrayan la importancia del capital social como impulsor clave en la transición hacia empleos no agrícolas, destacando que esta diversificación laboral contribuye a mejorar los ingresos en comunidades rurales. A través del análisis de datos del China Family Panel Studies (CFPS), muestran que el fortalecimiento del capital social y la inversión en capital humano son esenciales para una transición efectiva hacia empleos no agrícolas. La capacitación y la creación de un entorno favorable para el emprendimiento resultan imprescindibles para maximizar las oportunidades laborales en un contexto de automatización y digitalización. En esta línea, Zou et al. (2024) advierten que, aunque la mecanización mejora la eficiencia productiva, también puede incrementar el desempleo rural, especialmente entre los jóvenes, y generar una migración hacia sectores urbanos. Recomiendan políticas que, además de fomentar la mecanización, apoyen la diversificación de cultivos y el desarrollo de industrias locales que puedan absorber a los trabajadores desplazados, promoviendo un desarrollo rural equitativo y sostenible.

Por otro lado, Santhanam-Martin et al. (2024) enfatizan que el impacto de la automatización en el sector agrícola va acompañado de una demanda de empleados con habilidades técnicas avanzadas, así como la necesidad de políticas laborales que respondan a las nuevas exigencias del mercado. Esta transformación, si se gestiona adecuadamente, puede crear oportunidades laborales en el desarrollo de competencias específicas, en la gestión de recursos humanos y en el trabajo estacional. Además, la automatización está rediseñando la estructura del trabajo en múltiples dimensiones. Según Osibanjo et al. (2018), la automatización permite a los trabajadores concentrarse en tareas complejas y creativas, promoviendo la especialización y una mayor flexibilidad laboral, lo que optimiza procesos y facilita la toma de decisiones informada. No obstante, este cambio plantea también desafíos en términos de motivación y satisfacción laboral, ya que el temor al desplazamiento laboral podría impactar la moral de los empleados.

A pesar de los avances en inversión y desarrollo de tecnología en el sector, persisten desafíos en cuanto a la clasificación y gestión de startups agrícolas, lo cual limita la toma de decisiones informada para inversores y agricultores (Bertucci & Caldeira, 2021).

Para enfrentar estos retos, resulta clave contar con habilidades directivas, como el liderazgo, la adaptabilidad y el pensamiento estratégico, y fomentar la colaboración en el agronegocio.

La Relevancia de Desarrollar Habilidades Directivas en los Trabajadores Agrícolas

La automatización y el uso de inteligencia artificial en el sector agrícola exigen que los trabajadores desarrollen una combinación de habilidades técnicas, directivas y blandas para adaptarse a un entorno en constante cambio. Entre las habilidades directivas esenciales se encuentran la planificación, gestión de recursos, liderazgo y toma de decisiones informadas basadas en datos, además de la comunicación y la creatividad para enfrentar los desafíos del sector (Adeyanju et al. 2024; Baycik & Gowda, 2024). Asimismo, la adaptabilidad, flexibilidad y familiaridad con tecnologías emergentes, como la agricultura de precisión son necesarias para optimizar la productividad y enfrentar condiciones climáticas y del mercado en evolución (Beas, 2019; Cavazza et al., 2023). La gestión financiera y las prácticas sostenibles se vuelven cruciales para el éxito y aceptación a largo plazo en el sector agrícola. La capacitación en habilidades técnicas, como el manejo de maquinaria automatizada, programación y análisis de datos, se destaca como una necesidad emergente. Además, habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, y el liderazgo efectivo en entornos colaborativos son claves para mejorar la producción y optimizar decisiones, todo en un contexto de mayor interacción con sistemas automatizados (Bonilla et al. 2021; Estrada et al. 2022; Rico & García, 2022).

Los trabajadores deben mantener una actualización continua de conocimientos y habilidades, particularmente en competencias digitales y ciberseguridad, que les permita interactuar efectivamente con la tecnología y en equipo. Esta actualización responde a un cambio global donde la especialización y el aprendizaje autónomo son vitales para mejorar la empleabilidad y fomentar la innovación en sus campos laborales (Choi & Calero, 2018; Montecé et al. 2020; Zarifhonarvar 2024) La capacidad de adaptación y aprendizaje continuo es, por lo tanto, esencial para la sostenibilidad del sector agrícola frente a las demandas de automatización y transformación digital.

Importancia de la capacitación y la alfabetización digital

La capacitación continua y la alfabetización digital son fundamentales para que los trabajadores agrícolas se adapten a un entorno en constante evolución. La educación en nuevas tecnologías facilita la integración de ICT en la agricultura y promueve un sector más eficiente y productivo. No obstante, la baja alfabetización digital y la falta de comunicación entre actores pueden limitar la adopción de la automatización, por lo que son necesarias políticas y programas que impulsen estos aspectos para asegurar un desarrollo agrícola sostenible y equitativo (Al-Ammary & Ghanem, 2024; Chandio et al. 2024). La rápida transformación tecnológica exige que los trabajadores no solo se capaciten en el manejo de nuevas herramientas, sino que también se mantengan al día en tendencias como la inteligencia artificial, la robótica y el análisis de datos. Esta actualización debe incluir tanto habilidades técnicas, para operar y mantener sistemas automatizados, como habilidades blandas, como la adaptabilidad y la comunicación, esenciales en un entorno de trabajo colaborativo (Mann, 2024; Molfino et al. 2024; Romanello & Veglio, 2022). La colaboración entre instituciones educativas y empresas es clave para desarrollar programas de capacitación alineados con las demandas del mercado laboral, permitiendo que los trabajadores adquieran las competencias necesarias para enfrentar los desafíos del sector agrícola automatizado.

La Industria 5.0 y la Transformación Sostenible de la Agricultura

La transformación hacia la Industria 5.0 en el sector agrícola subraya la necesidad de integrar tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas y la robótica, enfocándose en la sostenibilidad y la responsabilidad social. Este cambio exige que los empleados desarrollen habilidades directivas, como la gestión de datos, el liderazgo, el pensamiento crítico y la comunicación, para manejar un entorno agrícola tecnológicamente complejo y sostenible (Ghobakhloo et al. 2024; Garcez & Pacheco, 2023). A su vez, la tecnología permite mejorar la eficiencia y el bienestar animal, promoviendo prácticas agrícolas más responsables.

El avance de la automatización y la digitalización en la agricultura plantea tanto oportunidades como desafíos. Aunque se optimizan la eficiencia y la productividad, algunos empleos pueden verse en riesgo de desaparecer, especialmente aquellos de menor cualificación. Sin embargo, también surgen nuevos roles, y los trabajadores con mayores habilidades técnicas tienen una ventaja competitiva, lo que hace crucial la formación continua y la adaptación a las tecnologías emergentes (Rodríguez & Meza, 2024; Quinteros et al. 2019). Estas competencias incluyen el mantenimiento de maquinaria automatizada y habilidades analíticas para mejorar procesos.

Para maximizar los beneficios de la digitalización, el sector agrícola requiere habilidades específicas en tecnología para gestionar cultivos eficientemente y mejorar la rentabilidad y calidad de los productos (Wen et al. 2019). Las empresas que inviertan en el desarrollo de su personal y en la adopción de tecnologías avanzadas estarán mejor posicionadas para competir en el mercado global, con productos de mayor calidad y menores costos (Barbosa et al. 2019; Carpio, 2018; Laverde & Laverde, 2021; Mateus et al. 2023). Este cambio hacia la automatización y la reubicación de los recursos laborales también depende de la penetración de la IT en el sector agrícola y otros sectores como servicios e industria, lo cual redefine las habilidades demandadas (Khalil, 2024; Popovych et al. 2023).

Finalmente, el desarrollo de una mentalidad proactiva hacia la automatización puede transformar la percepción de los trabajadores, quienes verán esta evolución como una oportunidad para adquirir competencias en tecnología e innovación, esenciales en el sector agrícola del futuro. Este enfoque no solo impulsará la eficiencia, sino que también contribuirá a un desarrollo agrícola más sostenible y competitivo a nivel global (Fernández Villacrés et al. 2022; Martillo et al. 2022; Espín et al. 2023).

CONCLUSIÓN

A medida que el sector agrícola avanza hacia una mayor automatización y adopción de tecnologías de la Industria 5.0, el desarrollo de habilidades específicas y el fortalecimiento del capital social en las comunidades rurales se presentan como estrategias clave para un crecimiento sostenible y equitativo. Las políticas que integren tecnología y desarrollo humano, junto con un enfoque en la sostenibilidad, pueden minimizar las desigualdades y asegurar que el progreso tecnológico se traduzca en beneficios tangibles para todos los trabajadores agrícolas y sus comunidades.

Aunque la automatización y la inteligencia artificial ofrecen oportunidades significativas para el desarrollo del sector agrícola, es fundamental abordar los desafíos asociados para garantizar un futuro sostenible y equitativo para los trabajadores. Preparar a la fuerza laboral mediante la educación continua y la formación en habilidades técnicas y directivas, junto con el desarrollo de políticas inclusivas, será esencial para maximizar los beneficios de estas tecnologías y asegurar la sostenibilidad en el sector agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adeyanju, D., Mburu, J., Gituro, W., Chumo, C., Mignouna, D., & Mulinganya, N. (2024). Harnessing the job creation capacity of young rural agripreneurs: A quasi-experimental study of the ENABLE program in Africa. *Social Sciences and Humanities Open*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100791>
- Al-Ammary, J. H., & Ghanem, M. E. (2024). Information and communication technology in agriculture: awareness, readiness and adoption in the Kingdom of Bahrain. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 42(1), 182–197. <https://doi.org/10.1108/AGJSR-07-2022-0113>
- Andrade, M., & Westover, J. (2018). Generational differences in work quality characteristics and job satisfaction. *Evidence-Based Human Resources Management*, 6(3), 287–304. <https://doi.org/10.1108/EBHRM-03-2018-0020>
- Arroyo, B. (2020). El papel de las mujeres latinoamericanas en el sostenimiento socioeconómico de la región tras la crisis generada por la pandemia COVID-19. *Revista Ciencias y Humanidades*, 11(11), 1-27.
- Barbosa, D. D., Sanabria, J. S., Bueno, H. C., Vega, D. A., & Aguirre, E. (2019). Red de sensores inalámbricos para el monitoreo de variables agroecológicas en cultivos bajo invernadero. *Publicaciones e Investigación*, 13(1). <https://doi.org/10.22490/25394088.2781>
- Baycik, N. O., & Gowda, S. (2024). Digitalization of operations and supply chains: Insights from survey and case studies. *Digital Transformation and Society*, 3(3), 277–295. <https://doi.org/10.1108/DTS-09-2023-0087>
- BBVA. (2020). *Situación Regional Sectorial México. Segundo semestre 2020*. <https://www.bbva.com/es/mx/las-pymes-aportan-mas-del-30-del-valor-agregado-y-el-empleo-en-mexico/>
- Beas, M. (2019). The current legal regime of the regional Administration in Spain: the provincial deputations after the local reform. *Revista de Direito Economico e Socioambiental*, 10(2), 30–66. <https://doi.org/10.7213/rev.dir.econ.soc.v10i1.25870>
- Bertucci, P. H., & Caldeira, M. (2021). Classification and categorization of Brazilian agricultural startups (Agtechs). *Innovation and Management Review*, 18(3), 237–257. <https://doi.org/10.1108/INMR-12-2019-0160>
- Bissadu, K. D., Sonko, S., & Hossain, G. (2024). Society 5.0 enabled agriculture: Drivers, enabling technologies, architectures, opportunities, and challenges. In *Information Processing in Agriculture*. China Agricultural University. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2024.04.003>

- Bonilla, J. S., Dávila, F. A., & Villa, M. W. (2021). Estudio del uso de técnicas de inteligencia artificial aplicadas para análisis de suelos para el sector agrícola. *Revista Científica Mundo de La Investigación y El Conocimiento*, 5(1), 4–19. [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(1\).enero.2021.4-19](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(1).enero.2021.4-19)
- Carpio, L. K. (2018). El uso de la tecnología en la agricultura. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(14). <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss14.2018pp25-32>
- Cavazza, A., Dal Mas, F., Paoloni, P., & Manzo, M. (2023). Artificial intelligence and new business models in agriculture: a structured literature review and future research agenda. In *British Food Journal* (Vol. 125, Issue 13, pp. 436–461). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2023-0132>
- Choi, Á., & Calero, J. (2018). El capital humano en los procesos de automatización: una primera aproximación al caso español. *Cuadernos Económicos de ICE*, 95, 13–32.
- Espín, C., Quinatoa, M., Jaramillo, M., & Ñacato, D. (2023). Aplicación de una interfaz web al proceso manufacturero en la industria agrícola de la papa y el tomate. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 1708–1721. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.372>
- Estrada, F., Loor, H., & Viteri, L. (2022). Reemplazo del factor humano por inteligencia artificial: Ventajas y desventajas. *Investigación y Negocios*, 15(25). <https://orcid.org/0000-0003-4281-8903>
- Flores, E., Quezada, J. C., Flores, M. de los Á., Reyes, D. E., Sánchez, M. N., & Vargas, J. G. (2024). Sistema de riego y fumigación automático empleando control basado en PAC, monitoreo con HMI y detección de plaga mediante procesamiento de imágenes para el cultivo de frijol. *Boletín Científico INVESTIGIUM de La Escuela Superior de Tizayuca*, 9(18). <https://doi.org/10.29057/est.v9i18.11097>
- Garcez, T., & Pacheco, M. (2023). Technological innovation system in agribusiness: motors and evolution. *Innovation and Management Review*, 21(2), 110–122. <https://doi.org/10.1108/INMR-11-2021>
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Fathi, M., Rejeb, A., Foroughi, B., & Nikbin, D. (2024). Beyond Industry 4.0: a systematic review of Industry 5.0 technologies and implications for social, environmental and economic sustainability. *Asia-Pacific Journal of Business Administration*. <https://doi.org/10.1108/APJBA-08-2023-0384>
- Helfenstein, J., Hepner, S., Kreuzer, A., Achermann, G., Williams, T., Bürgi, M., Debonne, N., Dimopoulos, T., Diogo, V., Fjellstad, W., Garcia-Martin, M., Hernik, J., Kizos, T., Lausch, A., Levers, C., Liira, J., Mohr, F., Moreno, G., Pazur, R., ... Herzog, F. (2024). Divergent agricultural development pathways across farm and landscape scales in Europe: Implications for sustainability and farmer satisfaction. *Global Environmental Change*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102855>
-

- Isaac-Márquez, R., De Jong, B., Eastmond, A., Ochoa-Gaona, S., Hernández, S., & Sandoval, J. L. (2008). Programas gubernamentales y respuestas campesinas en el uso del suelo: El caso de la zona oriente de Tabasco, México. *Region y Sociedad*, 20(43), 97–129. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252008000300004
- Khalil, E. I. M. (2024). The emergence of the “information have-less” class of labor in the information age and its presence in Egypt. *Review of Economics and Political Science*. <https://doi.org/10.1108/REPS-03-2023-0023>
- Laverde, J. A., & Laverde, C. G. (2021). Internet de las cosas aplicado en la agricultura ecuatoriana: Una propuesta para sistemas de riego. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2(1). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i2.2542>
- Mann, S. (2024). Farming without farms? Challenges for organisational behaviour research in an upcoming transformation process. *International Journal of Organization Theory and Behavior*, 27(1), 1–13. <https://doi.org/10.1108/IJOTB-11-2022-0219>
- Marinoudi, V., Lampridi, M., Kateris, D., Pearson, S., Sorensen, C. G., & Bochtis, D. (2021). The future of agricultural jobs in view of robotization. *Sustainability (Switzerland)*, 13(21). <https://doi.org/10.3390/su132112109>
- Martillo, I., Gómez, S. V., & Lozano, A. Y. (2022). Análisis del internet de las cosas para la automatización del campo agrícola: estudio de caso Milagro – Ecuador. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(6). <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i6.555>
- Mateus, D., Montenegro, C. C., Romero, L. M., & Méndez, B. (2023). Automatización de un cultivo hidropónico. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, 2(38). <https://doi.org/10.24054/rcta.v2i38.1307>
- Molfino, R., Cepolina, F. E., Cepolina, E., Cepolina, E. M., & Cepolina, S. (2024). Robots trends and megatrends: artificial intelligence and the society. *Industrial Robot*, 51(1), 117–124. <https://doi.org/10.1108/IR-05-2023-0095>
- Montecé, F., Cadena, D., Alcívar, A., Caicedo, O., & Ruíz, I. (2020). Actualidad de las tecnologías de la información y comunicación TIC'S en la producción agropecuaria. *Revista Ciencia e Investigación*, 5(3). <https://doi.org/10.5281/zenodo.3927015>
- Neira, J. A. (2021). Estudio documental sobre la aplicación del Internet de las cosas en procesos agrícolas enfocado a la apicultura colombiana. *Revista Científica Sinapsis*, 1(19). <https://doi.org/10.37117/s.v19i1.438>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2019). Panorama de la educación Indicadores de la OCDE 2019. In *Ministerio de Educación y Formación Profesional*.

- Osibanjo, A. O., Abiodun, A. J., Salau, O. P., Adeniji, A. A., Falola, H. O., & Alimi, I. I. (2018). Job design and behavioural outcome of employees in agricultural research training, Ibadan, Nigeria. *Data in Brief*, 19, 1880–1887. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.06.073>
- Perangin-Angin, M. R., Lumbanraja, P., & Absah, Y. (2020). The Effect of Quality of Work Life and Work Engagement to Employee Performance with Job Satisfaction as an Intervening Variable in PT. Mopoly Raya Medan. *International Journal of Research and Review*, 7(2), 72–78. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2018-02.12>
- Popovych, O., Stepanenko, T., Didukh, S., Odnorog, M., & Krasnoselska, A. (2023). Problemas económicos y ecológicos del desarrollo agroindustrial. *REICE: Revista Electrónica de Investigación En Ciencias Económicas*, 11(21). <https://doi.org/10.5377/reice.v11i21.16516>
- Quinde, M. J., & Barbery, D. (2023). Factores que inciden en la asignación de recursos para automatización de sistemas de riego de Cuenca, Ecuador. *Pacha Revista de Estudios Contemporáneos Del Sur Global*, 4(10). <https://doi.org/10.46652/pacha.v4i10.184>
- Quinteros, P. A., Calero, M., Zambrano, N. C., & Lapo, E. (2019). Automatización de los procesos industriales * Automation of industrial processes. *Journal of Business and Entrepreneurial Julio-Diciembre*, 4. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.82>
- Raut, P. K., Das, J. R., Gochhayat, J., & Das, K. P. (2022a). Influence of workforce agility on crisis management: Role of job characteristics and higher administrative support in public administration. *Materials Today: Proceedings*, 61(xxxx), 647–652. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.121>
- Raut, P. K., Das, J. R., Gochhayat, J., & Das, K. P. (2022b). Influence of workforce agility on crisis management: Role of job characteristics and higher administrative support in public administration. *Materials Today: Proceedings*, 61, 647–652. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.121>
- Rico, L., & García, J. (2022). La Automatización laboral: una perspectiva fenomenológica e histórica. *Jangwa Pana*, 21(3), 182–191. <https://doi.org/10.21676/issn.1657-4923>
- Rijnks, R. H., Crowley, F., & Doran, J. (2022). Regional variations in automation job risk and labour market thickness to agricultural employment. *Journal of Rural Studies*, 91, 10–23. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.12.012>
- Rodríguez, E., & Meza, L. (2024). Índice de riesgo laboral ante la automatización: estimación y análisis. *Economía Teoría y Práctica*, 32(60), 125–160. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/602024/Rodriguez>
- Romanello, R., & Veglio, V. (2022). Industry 4.0 in food processing: drivers, challenges and outcomes. *British Food Journal*, 124(13), 375–390. <https://doi.org/10.1108/BFJ-09-2021-1056>
-

- Santhanam-Martin, M., Wilkinson, R., Cowan, L., & Nettle, R. (2024). Elaborating decent work for agriculture: Job experiences and workforce retention in the Australian orchard industry. *Journal of Rural Studies*, 103330. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103330>
- Tangarife, H. I., Toro, S. X., & Carmona, C. V. (2020). Sistemas automatizados para el control del recurso hídrico y variables ambientales bajo invernadero: aplicaciones y tendencias. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(27). <https://doi.org/10.31908/19098367.1796>
- Tolosana, E. (2023). Conservar aprovechando: oportunidades y retos del siglo XXI. *Cuadernos de La Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 49(2). <https://doi.org/10.31167/csef.v0i49.19941>
- Wen, X., Gu, L., & Wen, S. (2019). Job satisfaction and job engagement: Empirical evidence from food safety regulators in Guangdong , China. *Journal of Cleaner Production*, 208, 999–1008. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.089>
- Yang, C., Zhou, D., Zou, M., Yang, X., Lai, Q., & Liu, F. (2024). The impact of social capital on rural residents ' income and its mechanism analysis —Based on the intermediary effect test of non-agricultural employment. *Heliyon*, 10(14). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34228>
- Yimam, H. M., Cochrane, L., & Lemma, M. D. (2022). Not all crops are equal: the impacts of agricultural investment on job creation by crop type and investor type. *Heliyon*, 8(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09851>
- Zarifhonarvar, A. (2024). Economics of ChatGPT: a labor market view on the occupational impact of artificial intelligence. *Journal of Electronic Business & Digital Economics*, 3(2), 100–116. <https://doi.org/10.1108/jebde-10-2023-0021>
- Zou, B., Chen, Y., Mishra, A. K., & Hirsch, S. (2024). Agricultural mechanization and the performance of the local Chinese economy. *Food Policy*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2024.102648>