



Alimentando al Mundo del Mañana: La Evolución Tecnológica de la Agricultura

Cristal Yoselin Moreno Aguilera *

Tecnológico Nacional de México / IT de

Celaya,

Celaya, Guanajuato, México

Juan José Martínez Nolasco

Tecnológico Nacional de México / IT de

Celaya,

Celaya, Guanajuato, México

Raúl Omar Herrera Arroyo

Tecnológico Nacional de México / IT de

Celaya,

Celaya, Guanajuato, México

Ricardo Yáñez López

Tecnológico Nacional de México / IT de Roque,

Celaya, Guanajuato, México

* Autor de correspondencia: d2403003@itcelaya.edu.mx

Resumen: La agricultura moderna ha evolucionado radicalmente, pasando de la siembra manual a la gestión de cultivos mediante dispositivos móviles. Esta transformación ha impactado en la producción, la sociedad y el conocimiento. La agricultura consiste en la transformación de ecosistemas naturales para producir alimentos, siendo fundamental para la seguridad alimentaria. Este artículo presenta una revisión documental de la evolución de la agricultura desde sus inicios hasta la era de los sensores y la Inteligencia Artificial, destacando la importancia de entender los desafíos futuros para una agricultura eficiente y sostenible.

Palabras clave: *Agricultura, evolución, futuro agrícola, historia, transformación digital.*

1. Introducción: lo que debemos saber de inicio

Cuando escuchamos la palabra agricultura, muchas personas aún imaginamos a un campesino arando la tierra con herramientas tradicionales. Sin embargo, esto ha cambiado totalmente con la llegada de la agricultura moderna. Gracias a los avances tecnológicos, hoy

podemos monitorear y controlar el crecimiento de los cultivos desde una aplicación móvil. Desde ahí se pueden regular parámetros de riego, la nutrición de las plantas y las condiciones ambientales, mejorando el proceso y con una precisión que era difícil de imaginar. Pero realmente ¿Cómo pasamos de sembrar manualmente a monitorear y controlar cultivos desde el celular? Esta transformación no solo ha cambiado la forma en que cultivamos, a su vez también cambió la manera en que vivimos, el conocimiento que adquirimos y la organización de la sociedad. Por definición, la agricultura es la modificación de los ecosistemas naturales para transformarlos en agroecosistemas (Sarandón, 2020), asimismo es la base para la producción de alimentos y es fundamental para la seguridad alimentaria (Fan, 2021). En este artículo se hace un recorrido por la evolución de la agricultura, comenzando con las raíces ancestrales hasta la era moderna de sensores y la inteligencia artificial. Actualmente, las tecnologías modernas están marcando la transformación y es importante conocer los desafíos a los que nos enfrentamos en el futuro, entendiendo cuál es la clave para una agricultura más eficiente y sostenible.

2. Fundamentos Teóricos: reglas y principios científicos importantes

La agricultura es la base fundamental para el desarrollo humano y ha experimentado transformaciones radicales a lo largo de la historia, adaptándose a las necesidades de la época, a los avances de conocimiento y a los tecnológicos. Desde las prácticas agrícolas rudimentarias hasta la integración de la inteligencia artificial, se han marcado etapas que reflejan no solo los cambios en la producción de los alimentos, sino que también la forma en la que vivimos, trabajamos y como comprendemos nuestro entorno. Es importante comprender que la evolución agrícola se basa en teorías y conceptos de la economía, la sociología, la tecnología y las ciencias agrícolas.

La clave para entender esta evolución es la teoría del cambio tecnológico que presenta el desarrollo y las nuevas tecnologías digitales como motores fundamentales para el crecimiento económico y la transformación social. En este contexto, cada transformación tecnológica agrícola es un avance significativo en la aplicación de nuevos conocimientos y herramientas para producir alimentos (Narwane, 2022). Asimismo, la intensificación agrícola, al centrarse en la sostenibilidad, implica aumentar la producción de alimentos mediante prácticas que disminuyan el impacto ambiental y promuevan el manejo responsable del

suelo y la biodiversidad (Pretty, 2018). Por otro lado, para comprender los factores que influyen en las tecnologías digitales y prácticas sostenibles de los agricultores se adapta la teoría de la adopción de innovaciones, que considera la desigualdad digital y la interpretación del peligro (Dutta, 2023). Finalmente, la teoría de los sistemas socio-técnicos permite analizar la transformación hacia sistemas alimentarios sostenibles, considerando la relación entre la tecnología, la política, el mercado y la práctica social en la agricultura digital y la agricultura ecológica (Markard, 2012).

3. Desarrollo del Trabajo: *aplicando las reglas y principios científicos*

El cambio de la agricultura tradicional a la Agricultura 5.0 visto en la Figura 1, no solo ha aumentado la capacidad para producir alimentos, sino que también ha moldeado la manera en que vivimos, como nos organizamos como sociedad y cómo generamos conocimiento. A lo largo del tiempo se han transformado tres ejes importantes: (1) la forma de producir y cuánto producimos, (2) quienes somos y cómo participamos en este proceso de producción y (3) que conocimientos se generan y cómo podemos transmitirlos.

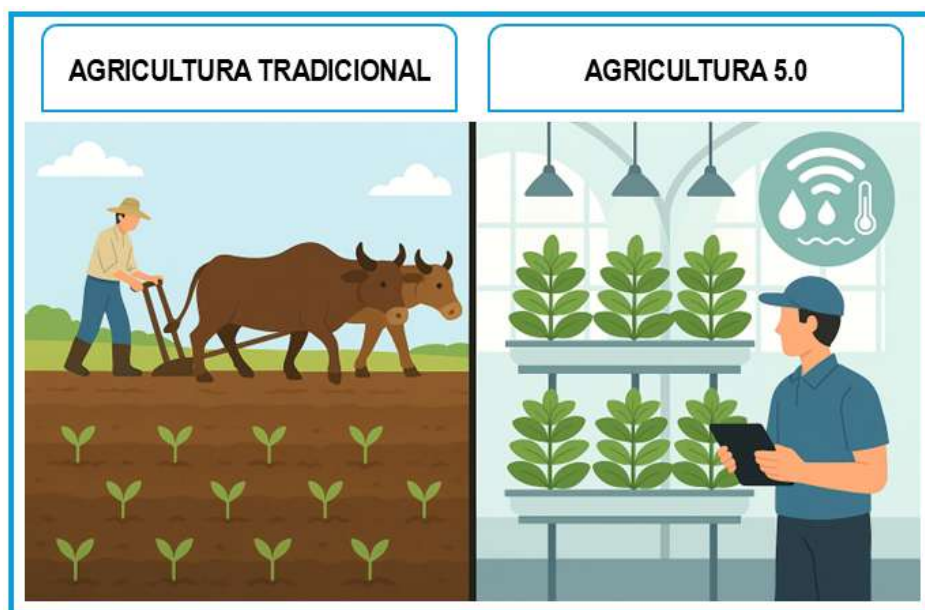


Figura 3 Comparación de agricultura tradicional con la agricultura moderna.

Obtenida de: elaboración propia.

En la agricultura tradicional, por ejemplo, la producción dependía mayormente del esfuerzo físico humano y del conocimiento empírico que se transmitía entre las generaciones. Un agricultor sembraba, regaba y cosechaba con herramientas simples, basándose en el calendario agrícola heredado de sus antepasados. Esta producción era local, con baja escala y dependía totalmente de los cambios climáticos. En lo social mantenía a las comunidades rurales en movimiento con altos niveles de trabajo físico, sin escolarización y dependiente del entorno natural. Los conocimientos se basaban en la experiencia directa y en conocimientos tradicionales. Actualmente esta agricultura se sigue basando en prácticas heredadas, trabajo manual, con uso limitado de la tecnología, cultivos estacionales y con conocimientos empíricos.

En cambio, la Agricultura 5.0 representa la revolución integrando la inteligencia artificial, robótica, los sensores, análisis de datos y la conectividad en tiempo real. En esta etapa la producción de alimentos se vuelve eficiente, automatizada y precisa. Por ejemplo, un invernadero inteligente puede regular de forma autónoma la temperatura, el pH del agua y la cantidad de luz que reciben las plantas, con la finalidad de maximizar el rendimiento, minimizando el uso de los recursos. En la sociedad, esto transforma los perfiles laborales ya que no se requiere solo la fuerza física, sino capacidades técnicas de programación y análisis de datos. Esto requiere nuevos perfiles de ingenieros, analistas de datos y agrónomos. Los conocimientos se generan y aplican con una ciencia multidisciplinaria que une diferentes ramas como la biología, informática, electrónica y sostenibilidad, igualando el acceso de datos con plataformas digitales.

Los cambios de la agricultura se han visto en cinco etapas importantes como se observa en la Figura 2, marcadas por la innovación y buscando aumentar la producción de alimentos, la eficiencia y la sostenibilidad.

Agricultura 1.0

Esta etapa inicial se caracteriza por la agricultura de autoconsumo, donde el trabajo manual y el trabajo con animales eran las principales fuentes de energía. Las técnicas de cultivo utilizadas eran primitivas, con dependencia de las condiciones climáticas resultando en una productividad relativamente baja (Anguiano, 2022).

Agricultura 2.0

Destaca en esta etapa la Revolución Verde que introdujo semillas de alto potencial, fertilizantes y pesticidas químicos. Además, se inició la mecanización, impulsando potencialmente la producción global de alimentos. Esta modernidad científica y tecnológica ayudó a evitar hambrunas y superar la escasez de alimentos (Cabral, 2022).

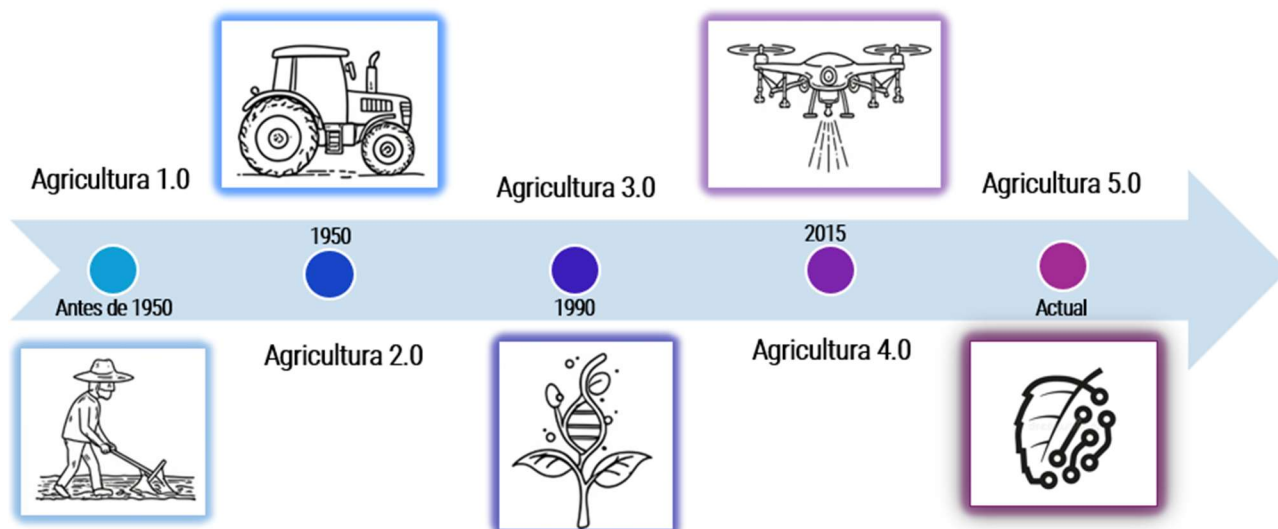


Figura 2 La evolución de la agricultura.

Obtenida de: elaboración propia.

Agricultura 3.0

La llegada de la biotecnología transformo la agricultura con el desarrollo y la adopción de cultivos genéticamente modificados. Esta etapa se destacó por la aplicación de la ingeniería genética para alterar el ADN de las plantas, aportando características de interés agronómicos y nutricionales (Phillips, 2022). Estos resultados genéticos mejoraron los métodos de cultivo convencionales y se lograron productos con resistencia a las plagas y a los herbicidas (Cvejić, 2022).

Agricultura 4.0

La agricultura de precisión surgió con la revolución tecnológica agrícola, esta es una estrategia de gestión que recopila, analiza y procesa datos temporales, combinados con información adicional que respalda las decisiones en los cultivos con la finalidad de mejorar

la eficiencia en el uso de los recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción de alimentos agrícolas. Esto utilizando sensores, vehículos aéreos no tripulados, recopilación de datos, sistemas de posicionamiento global y análisis de grandes volúmenes de datos (Carrer, 2022).

Agricultura 5.0

La investigación más reciente de la agricultura inteligente en pleno desarrollo se centra profundamente en la aplicación y el potencial de la inteligencia artificial, la robótica, el internet de las cosas (IoT) y la computación en la nube, aplicadas en el cultivo de plantas y el censado remoto en agricultura (Martos, 2021), promoviendo prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles. Esta revolución tecnológica fue diseñada para abordar desafíos actuales como el cambio climático, la degradación ambiental y el incremento en la demanda de alimentos (Quintana, 2025).

4. Conclusiones: lo que podemos aprender de este artículo

La agricultura ha experimentado una sorprendente evolución, desde las primitivas técnicas manuales de la Agricultura 1.0 hasta la integración de sensores, inteligencia artificial y cómputo en la nube de la Agricultura 5.0. Esta trayectoria tecnológica, impulsada por la teoría del cambio tecnológico y adaptándose a la necesidad de un aumento sostenible de la producción, ha transformado no solo la producción de alimentos, sino también la estructura social y nuestra perspectiva sobre la producción de alimentos.

La Agricultura 4.0 construyó las bases con la agricultura de precisión y el manejo de grandes datos, allanando el camino para la Agricultura 5.0, donde la autonomía, la conectividad y el análisis predictivo garantizan una nueva etapa de eficiencia y sostenibilidad.

A pesar de que cada etapa ha presentado sus propios cambios y desafíos, la tendencia actual destaca un futuro donde la tecnología es una herramienta indispensable para lograr una agricultura más productiva, resiliente y ambientalmente responsable, mitigando así la creciente demanda de alimentos de una población mundial que se encuentra en constante aumento.

5. Referencias: *por si quieres seguir conociendo más*

- Anguiano, G. F.-H. (2022). Revisión conceptual e histórica de las prácticas de agricultura urbana. En Transformar el territorio en un contexto de cambio climático. *El trabajo universitario como base para el cambio* (p. 73).
- Cabral, L. P. (2022). Epic narratives of the green revolution in Brazil, China, and India. *Agriculture and Human Values*, 39(1), 249-267.
- Carrer, M. J. (2022). Precision agriculture adoption and technical efficiency: An analysis of sugarcane farms in Brazil. *Technological Forecasting and Social Change*, 177, 121510.
- Cvejić, S. J. (2022). Innovative approaches in the breeding of climate-resilient crops. En *Climate Change and Agriculture: Perspectives, Sustainability and Resilience* (pp. 111-156).
- Dutta, S. B. (2023). *Transforming Agriculture and Securing Food Using Digital Technologies: Past Evolution, Present Practices and Challenges, and Future Perspectives*.
- Fan, S. T. (2021). Food system resilience and COVID-19—Lessons from the Asian experience. *Global Food Security*, 28, 100501.
- Markard, J. R. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955-967.
- Martos, V. A. (2021). Ensuring agricultural sustainability through remote sensing in the era of agriculture 5.0. *Applied Sciences*, 11(13), 5911.
- Narwane, V. G. (2022). Deciphering the challenges of IoT adoption in the Indian agricultural and food supply chain. *Smart Agricultural Technology*, 2, 100035.
- Phillips, P. W. (2022). *A meta-analysis of GM crops regulatory approval costs*.
- Pretty, J. B. (2018). Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 1(8), 441-446.
- Quintana, A. L. (2025). Integración de tecnologías de Agricultura 5.0 en la educación superior: Un enfoque hacia la sostenibilidad agropecuaria. *Journal of Science and Research*, 10(1), 142-154.
- Sarandón, S. J. (2020). *El papel de la agricultura*. Friedrich Ebert Stiftung, 47.