



# Los robots en la agricultura moderna



## Ciencia al Instante

La agricultura del siglo XXI vive una revolución silenciosa. Robots, drones, sensores e inteligencia artificial ya recorren campos y cultivos para sembrar, monitorear y cosechar con una precisión que antes era impensable. Estas tecnologías no vienen a reemplazar al agricultor, sino a apoyarlo frente a desafíos enormes como el cambio climático, la escasez de agua y la creciente demanda de alimentos. El resultado es un campo más inteligente, eficiente y sustentable, donde la tecnología y el ser humano trabajan juntos para alimentar al mundo.

Artículo



# Los robots en la agricultura moderna



**Cómo citar este artículo:** Sánchez-Chávez DI, Velázquez-López N. 2026. Los robots en la agricultura moderna. Revista Ciencia y Naturaleza (1232).

## *La agricultura en la actualidad*

Cuando pensamos en agricultura, comúnmente imaginamos campos abiertos, tractores y trabajo manual bajo el sol. Sin embargo, el campo del siglo XXI está viviendo una transformación. Hoy en día, tecnologías como sensores, drones, inteligencia artificial y robots comienzan a formar parte de la vida cotidiana en la agricultura, cambiando la forma en que se siembran, cuidan y cosechan los alimentos que llegan a nuestra mesa.



En el panorama actual, el crecimiento de la población mundial, la escasez de agua, el cambio climático y la necesidad de producir alimentos de manera más eficiente y sustentable han impulsado la búsqueda de nuevas formas de realizar el trabajo agrícola. En este contexto, la tecnología se ha convertido en una aliada clave del sector.

Gracias a ella, es posible monitorear cultivos en tiempo real, detectar enfermedades de forma temprana, optimizar el uso de recursos y reducir el impacto ambiental de la producción agrícola. La agricultura enfrenta hoy uno de los mayores retos de su historia. Aunado a los factores ya mencionados, la degradación de suelos y la disminución de mano de obra rural obligan a producir más alimentos con menos recursos. Pero hay que recordar que la agricultura no puede detenerse porque representa la producción de comida para las personas del mundo, así que debe buscar estrategias innovadoras para hacer frente a las condiciones actuales del mundo.



## *Robot agrícola*

Podemos definir a un robot agrícola como un vehículo autónomo equipado con sensores, computadoras y software inteligente que le permiten desplazarse por un cultivo sin intervención humana directa. Su objetivo no es únicamente navegar, sino mapear y monitorear el estado del terreno y de las plantas.

En este contexto, los robots agrícolas buscan realizar tareas de manera precisa, constante y automatizada. Desde pequeños robots que recorren los surcos para detectar malezas, hasta drones que sobrevuelan los cultivos para analizar su estado de salud, estas herramientas están abriendo nuevas posibilidades para el manejo del campo.



Lejos de reemplazar al agricultor, los robots buscan apoyarlo, facilitando labores pesadas o repetitivas y permitiéndole tomar decisiones mejor informadas. De la misma manera buscan ser un complemento a la maquinaria que ya existe para el trabajo intensivo en la agricultura.

*"Todo lo que somos se lo debemos a la agricultura."*

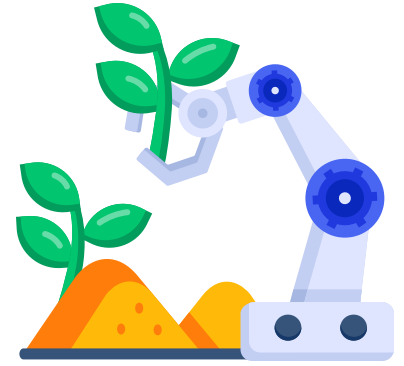
*J. M. Mulet*



Los robots terrestres autónomos pueden recorrer directamente los campos, huertas e invernaderos, para recolectar información detallada de las plantas cultivadas. Su función ya no es solo moverse: hoy también observan, miden, analizan y construyen mapas inteligentes del entorno agrícola.



A continuación, se explorará cómo los robots están transformando la agricultura moderna, los beneficios que ofrecen y los retos que aún enfrentan. El objetivo es acercar al lector a un tema que, aunque puede parecer futurista, ya está presente en muchos campos agrícolas y será cada vez más relevante para garantizar una producción de alimentos eficiente, sostenible y adaptada a los desafíos del futuro.



## *Tipos de robots agrícolas y sus aplicaciones*

Los robots agrícolas pueden adoptar muchas formas, dependiendo de la tarea que realizan, un ejemplo son los robots desarrollados para trabajar en los viñedos como el que se muestra en la figura 1. Algunos se desplazan por el suelo de manera autónoma, mientras que otros vuelan o trabajan de forma estacionaria. Una de las aplicaciones más comunes es el monitoreo de cultivos, donde robots terrestres o drones recorren el campo capturando imágenes y datos para evaluar el estado de las plantas.



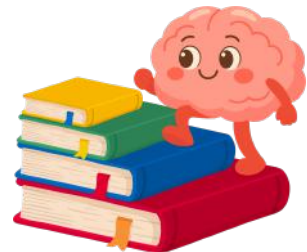
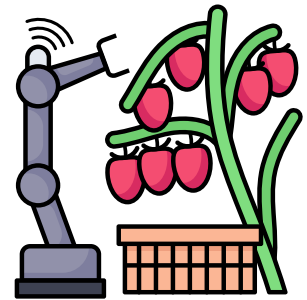
Existen también robots diseñados para el control de malezas, capaces de identificar plantas no deseadas y eliminarlas de manera mecánica o mediante aplicaciones muy localizadas de herbicidas. Esta práctica reduce el uso de productos químicos y protege los cultivos y el suelo.

Figura 1. Robot vitícola de la marca BAKUS.



En labores más exigentes, como la siembra y la cosecha, ya se utilizan robots y vehículos autónomos. En el caso de frutas y hortalizas, algunos robots emplean visión artificial para identificar frutos maduros y recolectarlos sin dañarlos. Otros sistemas se enfocan en tareas como la fumigación, la fertilización o el transporte de productos dentro del campo.

Aunque no todos estos robots están ampliamente extendidos, su desarrollo avanza rápidamente y cada vez son más accesibles para diferentes tipos de producción agrícola. La literatura científica muestra que la mayoría de los robots agrícolas desarrollados hasta ahora están especializados en una sola tarea, como monitoreo, fumigación o cosecha. Este tipo de robots representa la categoría más común en investigación, debido a que su diseño es más simple, económico y eficiente para operaciones específicas.



Los robots con ruedas son los más utilizados, ya que ofrecen buena estabilidad, bajo consumo energético y facilidad de desplazamiento en la mayoría de los terrenos agrícolas (un ejemplo de este tipo de vehículos es el mostrado en la figura 2a). Estos robots realizan tareas como navegación autónoma, monitoreo de cultivos, fumigación y deshierbe mecánico. En contraste, los robots con orugas (Figura 2b), se utilizan en terrenos con pendientes pronunciadas o suelos blandos, mientras que los robots sobre rieles se concentran en ambientes controlados como invernaderos.





Figura 2. a) Robot agrícola de ruedas. b) Robot con implementos para labrar la tierra.

En cuanto a las aplicaciones, las operaciones más abordadas por la robótica agrícola son la navegación autónoma, el monitoreo del cultivo, la cosecha y la aplicación de agroquímicos, ya que son labores repetitivas, demandantes y, en algunos casos, riesgosas para los trabajadores, en la figura 3 se puede ver un robot comercial usado para aspersión. Estas tareas representan los principales cuellos de botella en la producción agrícola moderna y explican el fuerte interés en su automatización.



En México existen en desarrollo robots para enfrentar también estas demandas, uno de ellos es el robot Voltan que se trabaja en la Universidad Autónoma Chapingo, se puede observar en la figura 4 con un implemento para siembra en extensiones pequeñas, puede sembrar granos como maíz y frijol.

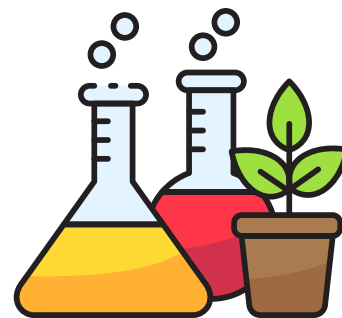
Figura 3. Robot para aplicaciones de agroquímicos de la marca XAG.



Figura 4. Robot "Voltan" desarrollado en la Universidad Autónoma Chapingo.

Más allá de los beneficios generales, los estudios científicos reportan impactos cuantificables del uso de robots en el campo. Por ejemplo, se ha documentado que robots de cosecha pueden incrementar la eficiencia hasta en un 10 %, mientras que sistemas de deshierbe o apoyo colaborativo reducen la necesidad de mano de obra manual hasta en un 50 % en algunos cultivos.

En el caso de la aplicación de agroquímicos, los robots de aspersión de precisión pueden reducir el uso de pesticidas hasta en un 40 %, además de disminuir la exposición directa de los trabajadores a sustancias peligrosas. Esto demuestra que la robótica agrícola no solo mejora la productividad, sino que también tiene un impacto positivo en la salud laboral y el medio ambiente.



## *Sensores, datos e inteligencia artificial en el campo*

La agricultura moderna ya no depende únicamente de las observaciones del productor. Actualmente se utilizan sensores para medir de manera continua y precisa lo que ocurre en el campo. Estos se instalan en diversos sitios de interés para la agricultura como son el suelo, las plantas, estaciones meteorológicas o maquinaria agrícola, y monitorean variables como la humedad del suelo, la temperatura, la radiación solar, el contenido de nutrientes o el crecimiento del cultivo.



Toda esta información genera grandes volúmenes de datos, que por sí solos no serían útiles sin herramientas capaces de analizarlos. Aquí es donde entra la inteligencia artificial (IA). Mediante algoritmos avanzados, la IA puede procesar los datos recopilados y encontrar patrones que ayudan a responder preguntas clave como: ¿qué zonas del campo necesitan más riego?, ¿dónde existe riesgo de enfermedad?, ¿cuál es el mejor momento para cosechar?

Además, tecnologías como los drones y las cámaras permiten obtener imágenes del cultivo que, combinadas con IA, facilitan la detección temprana de estrés hídrico, deficiencias nutricionales o presencia de plagas. De esta manera, el agricultor puede actuar de forma preventiva y localizada, en lugar de aplicar tratamientos generales en todo el terreno. El resultado es una producción más eficiente, precisa y respetuosa con el medio ambiente. Ahora, para entender el campo, el robot necesita “ver” y “sentir” su entorno. Por ello, integra distintos tipos de sensores.

Hoy en día, se considera que los sensores y los sistemas de visión son el núcleo de la robótica agrícola, esto porque las cámaras e imágenes digitales son los sensores más utilizados, debido a que permiten recolectar valiosa información sobre el estado del cultivo, entre ellas: características espectrales, geométricas y morfológicas de las plantas.



Frecuentemente estos sistemas se complementan con inteligencia artificial, en especial algoritmos de aprendizaje automático, que analizan grandes volúmenes de datos y apoyan la toma de decisiones del manejo agronómico. Entre las tareas que se benefician del uso de estos algoritmos están, la detección de malezas, identificación de enfermedades, la estimación del crecimiento del cultivo y guiado de herramientas de aplicación o cosecha.



## *Sensores de los robots agrícolas*

**Posición y orientación.** Los sistemas de posicionamiento satelital (GNSS, como GPS) permiten conocer la ubicación global del robot. Cuando se combinan con sistemas de alta precisión (RTK), pueden alcanzar errores de solo centímetros. Además, los sensores inerciales (IMU) informan sobre inclinación y orientación, algo crucial en terrenos irregulares.

**Sensores láser (LiDAR).** El LiDAR (Light Detection and Ranging) emite pulsos láser y mide el tiempo de retorno para construir modelos tridimensionales del entorno. Con estos sensores, un robot puede generar "mapas" compuestos de nubes de puntos 3D de plantas, estructuras y objetos presentes en el campo.

**Cámaras.** Entre las más comunes están las cámaras RGB (capturan luz visible en los tres canales de color primarios: Rojo, Verde y Azul o Red, Green, Blue) y las de visión estéreo (de profundidad), estas capturan imágenes del cultivo. Posteriormente, estas imágenes se utilizan para navegación y para análisis visual, por ejemplo, identificando plantas, frutos u obstáculos.

**Sensores multiespectrales.** Estos sensores capturan información de diversos rangos del espectro de la luz, sobre todo del espectro no visible, donde se encuentran el infrarrojo y el ultravioleta. Gracias a ellos se pueden calcular índices como el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), que se usa para monitorear el vigor y estado de salud de las plantas.

En muchos de los casos, los sensores de toma de imágenes se complementan con tecnologías como los ya mencionados LiDAR, un ejemplo puede verse en la figura 1 (de la marca SICK) u otros sensores 3D, que permiten realizar las tareas incluso en condiciones de iluminación variable, lo cual es común en el entorno agrícola real. Uno de los mayores desafíos es que el robot sepa dónde está y por dónde ya pasó.



Figura 5. Sensor LiDAR marca SICK montado en un robot de orugas.

Esto se resuelve mediante técnicas de localización y mapeo simultáneo, conocidas como SLAM. En ambientes agrícolas esto es particularmente complejo: las plantas se mueven con el viento, muchas zonas se ven visualmente similares, el terreno no siempre es plano, para enfrentar esto, los robots combinan múltiples fuentes de información. Los más comunes son: GPS + IMU para posición global, LiDAR o cámaras para estimar el movimiento relativo, algoritmos que corrigen errores acumulados.

El resultado es un mapa digital del cultivo, que puede incluir geometría, color, vigor vegetal y ubicación precisa de cada observación. A diferencia de los robots urbanos, los robots agrícolas deben adaptarse a entornos no estructurados. Las hileras pueden no ser rectas, el suelo puede estar blando o inclinado, y los obstáculos cambian con el crecimiento del cultivo.



Por ello, los sistemas de navegación agrícola combinan: planeación global (qué zona recorrer), planeación local (cómo esquivar un obstáculo), seguimiento de hileras, estrategias de exploración para cubrir todo el campo. El objetivo no es solo llegar a un punto, sino recorrer el cultivo de manera eficiente y segura, maximizando la calidad de los datos recolectados.

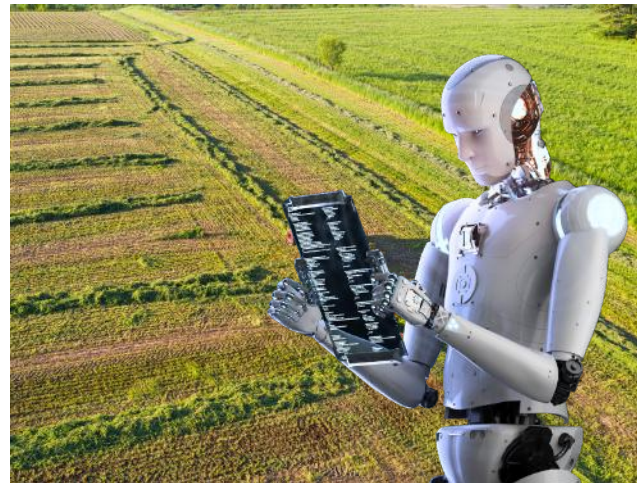


*Para entender el campo, el robot necesita “ver” y “sentir” su entorno. Por ello, integra distintos tipos de sensores.*

## *Retos y limitaciones actuales*

Como cualquier tecnología emergente, la robótica agrícola aún enfrenta múltiples retos y limitaciones. Entre los de mayor peso está el costo inicial de estas tecnologías, ya que puede ser elevado, sobre todo en etapa de adopción temprana y no se diga para pequeños y medianos productores. Además, su implementación requiere que esté presente en el campo agrícola cierta infraestructura, como conectividad, y además de eso se requiere personal capacitado para dar mantenimiento y uso correcto de las máquinas. La adopción tecnológica también representa un reto. Se debe tener en cuenta que la integración de robots en la agricultura implica cambios en la forma de trabajar.

Los operadores de la maquinaria actual deberán complementar sus conocimientos aprendiendo el uso de estas nuevas herramientas y confiando en sistemas automatizados. Por esto, lo recomendable es acompañar el desarrollo tecnológico con programas de capacitación, apoyo técnico y políticas que faciliten su uso.



Otro de los retos es el entorno complejo y cambiante del campo agrícola, donde están presentes además de plantas, humanos y animales. Se debe tener en cuenta que, a pesar de sus avances, la robótica agrícola aún se encuentra en una fase de transición.



Artículos científicos que analizan los robots existentes en la actualidad indican que la mayoría de ellos operan aún sin colaboración directa con humanos, esto quiere decir que no interactúan con personas trabajando en el campo, la presencia de personas puede ser más un obstáculo en esas condiciones, lo que refleja que la automatización completa sigue siendo un desafío, especialmente en tareas complejas como la cosecha precisa o la poda. Lo ideal sería que lleguen a realizar tareas en conjunto robots y personas.

Factores como el clima, el relieve del terreno y la diversidad de cultivos obligan a seguir desarrollando sistemas más robustos, adaptativos y accesibles para su adopción a gran escala, ya que estas condiciones dificultan el funcionamiento continuo y autónomo de los robots.



La seguridad es también aun un reto presente, aunque algunos robots incorporan sistemas de detección de obstáculos y control de velocidad, solo una parte limitada de los desarrollos reporta mecanismos avanzados de seguridad o de ciberseguridad para proteger los datos y las máquinas. Esto se debe, en parte, a que muchos sistemas aún se encuentran en etapas experimentales y no comerciales.



*Como cualquier tecnología emergente, la robótica agrícola aún enfrenta múltiples retos y limitaciones. Entre los de mayor peso está el costo inicial de estas tecnologías, ya que puede ser elevado, sobre todo en etapa de adopción temprana y no se diga para pequeños y medianos productores.*



## *Hacia la Agricultura 5.0, robots, personas y tecnología al servicio del campo*

La evolución de la agricultura no se detiene en la automatización. En los últimos años ha comenzado a tomar forma el concepto de Agricultura 5.0, un concepto que propone tomar en cuenta no solo la eficiencia tecnológica sino también a las personas para que estén en el centro del sistema productivo, apoyadas por herramientas inteligentes como la robótica y la inteligencia artificial. En el concepto de Agricultura 4.0, esta se enfoca principalmente en la digitalización y el uso de datos, mientras que en la Agricultura 5.0 se busca que los robots se conciban como herramientas capaces de trabajar junto a los agricultores, asistiendo en tareas complejas, reduciendo la carga física y mejorando la seguridad en el trabajo.

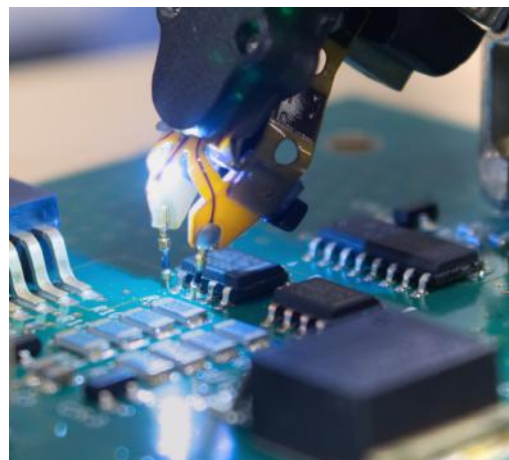
Esta interacción humano-robot resulta especialmente relevante en operaciones difíciles de automatizar por completo, donde la experiencia humana sigue siendo clave. Además, la Agricultura 5.0 incorpora nuevas formas de interacción humano-máquina mediante tecnologías como la realidad aumentada, la realidad mixta y la realidad virtual, que permiten supervisar, controlar o incluso operar los robots a distancia.



El futuro apunta a robots que cooperen entre sí de manera coordinada, especializados, capaces de trabajar de forma continua y generar información clave para una agricultura más sostenible.

Entonces bien, los robots en la agricultura moderna no representan un reemplazo de los agricultores, sino un cambio en su rol. La Agricultura 5.0 propone un futuro en el que la tecnología complementa las capacidades humanas, promueve una producción más eficiente y sostenible, y contribuye a construir un sector agrícola preparado para los retos del mañana. 🍀

*En el concepto de Agricultura 4.0, esta se enfoca principalmente en la digitalización y el uso de datos, mientras que en la Agricultura 5.0 se busca que los robots se conciban como herramientas capaces de trabajar junto a los agricultores, asistiendo en tareas complejas, reduciendo la carga física y mejorando la seguridad en el trabajo.*



## *Agradecimientos*

Se agradece al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología, por su apoyo para investigación mediante el programa “investigadoras e investigadores del Estado de México” (Folio: CAT2024-0048) y a la Universidad Autónoma Chapingo por su recepción como colaborador del programa.

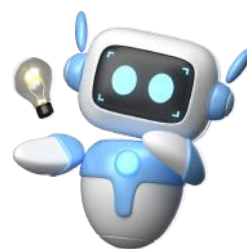
## *Para Consulta*

- Hernández HA, Mondragón IF, González SR, *et al.* 2025. Reconfigurable agricultural robotics: Control strategies, communication, and applications. *Computers and Electronics in Agriculture* 234: 110161. [\[Link\]](#)
- Anastasiou E, Ntakos G, Kanakari E, *et al.* 2025. Applications of robotics and extended reality in agriculture: A review. *Smart Agricultural Technology* 12: 101521. [\[Link\]](#)



Crédito de imágenes en orden de aparición: Getty Images Signature (GIS), Summer Breeze, Getty Images (GI), nurmiftah, Getty Images (GI), Bilanol, PhonlamaiPhoto's Images, Getty Images Pro (GIP), Permadi, Prosymbols, shmaiinc, Kout Yoe's Illustrations, Gace Studio, shin88, ZzGooggiiz Tidarat, Monster Images, Valerii Honcharuk, TrueCreatives, petualang, Aflo, Pexels, Art Vector Animation, Dwlyn studio, Shaheen studio, katherinasim. Crédito de figuras en orden de aparición: S. Winkvist (Wikimedia commons), Matti Blume (Wikimedia commons), Sven Kleinwoerdemann, Amazone GmbH & Co. KG (Wikimedia commons), MarcelX42 (Wikimedia commons), MB-one (Wikimedia commons) e imagen de los autores. Los autores utilizaron ChatGPT (<https://chatgpt.com>) y confirmaron que ningún párrafo del manuscrito ha sido generado completamente o con más del 50% de sus palabras con esta herramienta.

**Dra. Selene Ramos Ortiz**  
Editora Asociada Revista CyN



*Diseño de publicación: Sofia Paz*



## David Iván Sánchez Chávez

Doctor en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua, especializado en automatización y machine learning aplicados a la agricultura. Ha colaborado en el desarrollo de un vehículo terrestre no tripulado y un sistema de monitoreo con inteligencia artificial para detección de malezas en maíz, entre otras innovaciones tecnológicas.

contacto: [d.ivansanchez@gmail.com](mailto:d.ivansanchez@gmail.com)



## Noé Velázquez López

Profesor investigador en la Universidad Autónoma Chapingo, doctor en Ingeniería Agrícola por la Universidad de Agricultura de Tokio. Especialista en automatización, robótica y visión artificial aplicadas a la agricultura. Subdirector de Investigación del Departamento de Irrigación, con amplia experiencia en mecanización, desarrollo tecnológico y generación de tecnologías innovadoras y patentadas.

contacto: [nvelazquezl@chapingo.mx](mailto:nvelazquezl@chapingo.mx)