

# TRANSICIÓN DE LAS COMPETENCIAS DOCENTES HACIA LA EDUCACIÓN AGRÍCOLA DIGITAL 4.0

*Data de aceite: 02/10/2023*

### **Pérez Hernández Amalia**

Facultad de Ciencias Agrícola,  
Universidad Autónoma del Estado de  
México

### **Pineda Tapia Margarita**

Facultad de Ciencias Agrícola,  
Universidad Autónoma del Estado de  
México

### **Hernández Ávila Jesús**

Facultad de Ciencias Agrícola,  
Universidad Autónoma del Estado de  
México

### **Reynoso Patiño Martha Adriana**

Facultad de Ciencias Agrícola,  
Universidad Autónoma del Estado de  
México

### **Guadarrama Valentín Salvador**

Facultad de Ciencias Agrícola,  
Universidad Autónoma del Estado de  
México

digitales permite a los productores mejorar en la toma de decisiones basada en la generación de datos de los terrenos de cultivo como el monitoreo y evaluación de las variables del ambiente, suelo, de la sanidad de las plantas, etc. El empleo de las TIC's en la producción de alimentos posibilita cambios ambientales, económicos y sociales: favorece una agricultura de conservación, ofrece la opción para nuevos modelos de negocios y la investigación y desarrollo agropecuario, pero se requiere de la alfabetización y educación digital en las zonas rurales por lo que se hace necesario que las instituciones educativas incorporen conocimientos y competencias de los maestros y aumentar la disponibilidad de tecnologías digitales en las aulas.

**PALABRAS CLAVE:** tecnologías de la informática y la comunicación (TIC's), agricultura de conservación, educación digital.

**RESUMEN:** El desarrollo de las tecnologías de la informática y la comunicación que incursionan en la agricultura son un factor para que los sistemas de producción agrícola sean productivos y sostenibles; el uso de la información y las herramientas

## TRANSITION OF TEACHER COMPETENCIES TOWARDS DIGITAL AGRICULTURAL EDUCATION 4.0

**ABSTRACT:** The development of information and communication technologies that enter agriculture are a factor for agricultural

production systems to be productive and sustainable; The use of information and digital tools allows producers to improve decision-making based on the generation of data from farmland, such as monitoring and evaluation of environmental variables, soil, plant health, etc. The use of ICTs in food production enables environmental, economic and social changes: it favors conservation agriculture, offers the option for new business models and agricultural research and development, but literacy and digital education are required in rural areas, so it is necessary for educational institutions to incorporate knowledge and skills of teachers and increase the availability of digital technologies in classrooms.

**KEYWORDS:** information and communication technologies (ICTs), conservation agriculture, digital education.

El programa educativo de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista se enfoca en formar profesionales capaces de aplicar conocimientos y técnicas agronómicas modernas para maximizar la eficiencia en la producción de cultivos y la calidad de los productos agrícolas, juegan un papel fundamental en la investigación, el desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías en el sector agrícola, lo que los convierte en agentes de cambio clave para responder a las demandas y necesidades del sector agrícola actual.

Sus objetivos están orientados al proceso de producción y comercialización de un sistema de producción agrícola, articulando las etapas de este sistema con el desarrollo tecnológico, la administración de los recursos en las organizaciones agropecuarias; con la finalidad de atender, proponer alternativas o solucionar problemáticas técnicas, económicas y sociales; y las relacionadas con los efectos y consecuencias ambientales y la permanencia y arraigo del productor agrícola.

El programa educativo considera en sus objetivos los desafíos actuales del sector, como la seguridad alimentaria, la conservación de los recursos naturales, las consecuencias del cambio climático y la adaptación a los nuevos modelos de producción agrícola, aunado a ello, abordan la sostenibilidad en el sector agrícola a través de la producción agrícola responsable con el medio ambiente, además, asume el área socioeconómica plasmado objetivos relacionados la administración con la eficiencia y eficacia de los recursos limitantes e ilimitados de los sistemas de producción en las micro, pequeña y mediana empresa y en las instituciones agropecuarias, al incidir en el desarrollo de habilidades como la toma de decisiones, el liderazgo, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva, habilidades clave para el desempeño profesional del Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

En cuanto a la investigación científica y desarrollo tecnológico se han planteado objetivos generales encaminados a la investigación y evaluación del potencial genético de las especies vegetales de interés económico. Uaeméx, 2015. Plasmados en una retícula de unidades de aprendizaje organizadas en función a las etapas de un sistema de producción agrícola, cuyos contenido temático debe enfatizar y asumir las tecnologías de la informática y la comunicación como aprendizajes del uso de las herramientas digitales, así como las aptitudes para crearlas, en virtud del ejercicio profesional demandará profesionistas

competentes en el uso de dispositivos digitales, la comprensión de los productos y el desarrollo de programas y aplicaciones para el asesoramiento que ayude a los productores agrícolas para evaluar y aplicar las mejores prácticas y tecnologías para su empresa, Trendov, Varas y Zeng, 2019.

Es fundamental adaptar los programas académicos y educativos para que los países dispongan de la mano de obra cualificada necesaria para operar, mantener y desarrollar la tecnología. Además, la adquisición de conocimientos no debe limitarse a los usuarios finales: la creación de capacidad debe llegar a todas las partes interesadas, desde los responsables de formular políticas destinadas a crear el entorno adecuado mediante leyes, incentivos o programas de capacitación (educación, industria y agricultura) hasta los extensionistas, los técnicos y los agricultores (Santos Valle, S., Kienzle, J. 2021), así como, incentivar una cultura agroempresarial para que afronte nuevos modelos de negocios digitales, Trendov, Varas y Zeng, 2019.

Por lo tanto, no solo se hace necesario la actualización de los contenidos temáticos propios de la disciplina de la Agronomía, sino, sumar los conocimientos digitales, como la agricultura protegida (reforzar los aprendizajes para el uso, manejo e interpretación de las variables de los ambientes controlados), en los avances tecnológicos relacionados con las etapas de los sistemas de producción agrícola: en unidades de aprendizaje (UUAA) relacionadas directamente con la producción agrícola (ver figura 1), así como como la digitalización de la agricultura para la gestión de la información en toda la cadena de valor, trazabilidad de los productos, intercambio de datos para monitorear y controlar; agricultura de precisión y agricultura protegida.

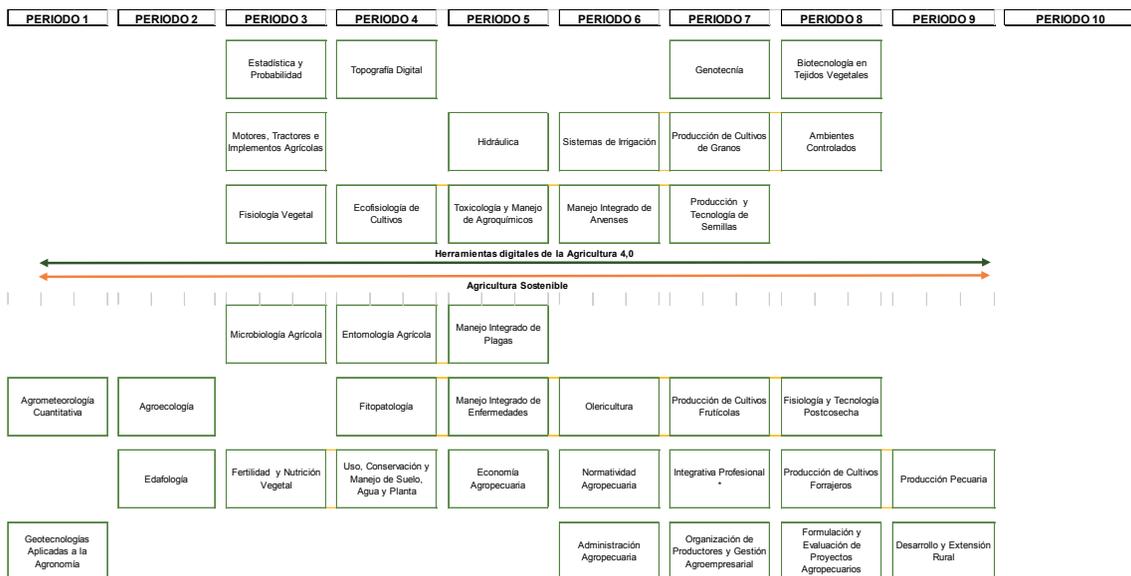


Figura 1. Mapa curricular del programa educativo de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Fuente: Uaeméx, 2015.

Que permita a los estudiantes desarrollar las competencias digitales para enfrentar la transformación digital de la agricultura, ser un agente de cambio en el medio rural incidiendo para que el uso de las tecnologías de la informática y la comunicación no sean un factor de rezago entre los productores, (Trendov, Varas y Zeng , 2019) cuyas aptitudes digitales y alfabetización electrónica sigue siendo una limitante notable para el empleo de las nuevas tecnologías están particularmente ausentes en las zonas rurales.

Las herramientas de la agricultura 4.0 y la concepción de la agricultura sostenible tiene que considerarse en el plan de estudios como ejes transversales para cada una de las unidades de aprendizaje que aborden los contenidos temáticos (y se aborden considerando estas dos vertientes a lo largo del proceso formativo de los estudiantes) relacionados directamente con la cadena de producción y la cadena de valor un sistema de producción agropecuario.

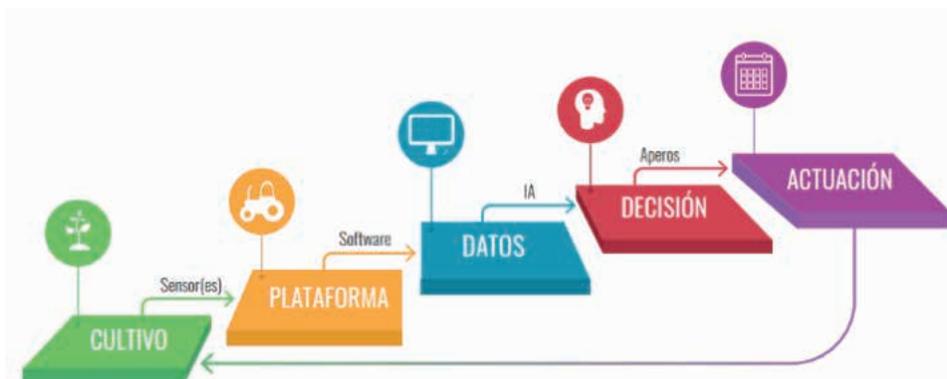
El programa educativo aborda los desafíos actuales del sector agrícola, como la seguridad alimentaria, la conservación de los recursos naturales, la lucha contra el cambio climático y la adaptación a los nuevos modelos de producción con la aplicación de prácticas agronómicas sostenibles y promover la producción agrícola responsable con el medio ambiente.

Los cambios y avances tecnológicos han y están transformando los sistemas de producción agropecuaria, implicación que ha obligado a los profesionistas de la Agronomía a adaptarse para trabajar con el escalonamiento tecnológico de la agricultura que dio inicio con la llamada Agricultura 1.0 (uso del arado); siguiendo la Agricultura 2.0 (revolución industrial e inicio de mecanización agrícola) que posibilitó la obtención de producciones con altos rendimientos de los cultivos derivado de la mecanización de los procesos; continuo con la Agricultura 3.0 (uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y la computación) avances tecnológicos que se hicieron presentes en la agricultura dando paso con la agricultura de precisión que se caracteriza por estudiar las variables de la producción agrícola; continúan los avances tecnológicos y las incursiones en la agricultura a través de sistemas de monitoreo de todo el proceso productivo y así es como llegamos a lo que hoy en día llamamos la Agricultura 4.0 o revolución asociada al uso de la inteligencia artificial y big data, que contemplan entre sus finalidades a la eficiencia productiva agrícola y una agricultura sostenible que pueda satisfacer los desafíos de seguridad alimentaria, [https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4011/NR42318.pdf?sequence=1&extension://elhekieabhbkmcefcobjddigjcaadp/https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload\\_editores/u294/Agricultura4.0.pdf](https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4011/NR42318.pdf?sequence=1&extension://elhekieabhbkmcefcobjddigjcaadp/https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u294/Agricultura4.0.pdf).

De igual manera en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la agricultura digital tiene el potencial de generar beneficios económicos a través de un incremento de la productividad agrícola, la eficiencia en función de los costos y las oportunidades de mercado, así como beneficios sociales y culturales mediante una mayor comunicación e exclusividad y beneficios ambientales por medio de la optimización del uso de los recursos

y la adaptación al cambio climático, Trendov, Varas y Zeng , 2019.

La agricultura 4.0 ofrece las tecnologías que empiezan a aplicarse en la producción agrícola, la agroindustria y los territorios rurales como la operación de plataformas digitales, sensores, internet de las cosas, robots, drones, big data, cloud computing, inteligencia artificial y blockchain. Se espera que hoy en día, los productores y/o profesionales que dominen plenamente las habilidades y los conocimientos agrícolas existentes, tendrá que convertirse en una especie de gestor de tecnología de la información (TI) que trabaje desde una oficina o delante de una pantalla (ordenador, teléfono móvil, tableta, etc.), en lugar de ser un operador de máquinas que trabaja en el campo, conduciendo una máquina y ajustando el equipo manualmente.



**Figura 3. Ciclo de gestión basado en la información para la agricultura avanzada**

Fuente: Sáiz-Rubio y Rovira-Más (2020).

Santos Valle, S., Kienzle, J. 2021.

| Tecnologías                 | Herramientas   | Usos  | Plan de estudios IAF-UUAA  |
|-----------------------------|--|---|--|
| Internet de las cosas (IoT) | Tecnología con que se puede conectar objetos a internet y recopilar datos sobre esos objetos generalmente captados por sensores, un ejemplo es la agricultura de precisión.  | El uso de sistemas de orientación para la siembra y la aplicación de fertilizantes puede conllevar un ahorro de gastos en términos de semillas, fertilizantes y combustible para los tractores, y puede reducir la jornada laboral en el campo  | Edafología<br>Geotecnologías<br>Aplicadas a la Agronomía<br>Fertilidad y Nutrición Vegetal<br>Fisiología Vegetal<br><br>Motores, Tractores e Implementos Agrícolas<br>Uso, Conservación y Manejo de Suelo, Agua y Planta<br>UUAA relacionadas con la producción de cultivos  |
| Computación en la nube      | Tecnología que hace referencia a la provisión de servicios TI a través de internet, clasificados en Infraestructura (IaaS), Plataformas de Servicio (PaaS) y Software (SaaS).  | Almacena la información digital.  |  |
| Big Data                    | Tecnología utilizada para analizar grandes volúmenes de información o datos almacenados, sobre el comportamiento de los usuarios, variables climatológicas, comportamiento de los insectos y plagas, entre otros, que permita minimizar los riesgos y formular predicciones a través de patrones observados, todo ello en tiempo real. | Análisis de suelos y evaluación de ambientes, drones e imágenes satelitales, sensores remotos y monitoreo georreferenciado, Soluciones integradas de hardware y software (IoT, v) análisis de datos y soporte tecnológico para toma de decisiones.  | Agrometeorología<br>Cuantitativa<br>Edafología<br>Entomología Agrícola<br>Geotecnologías<br>Aplicadas a la Agronomía<br>Agroecología<br>Ecofisiología de Cultivos<br>Fisiología y Tecnología Postcosecha<br>Fitopatología<br>Manejo Integrado de Plagas<br>Manejo Integrado de Enfermedades<br>Manejo Integrado de Arvenses<br>Ambientes Controlados |
| Blockchain                  | Tecnología de manejo de cadenas de bloques de millones de transacciones derivadas del internet de las cosas (IoT), basadas en registros contables digitales distribuidos y encriptados, emergentes de las cadenas de valor, garantizando su transparencia, inmutabilidad e integridad.   | Detecta alimentos de mala calidad en las cadenas alimentarias, permitiendo respuestas tempranas y eficaces. proporciona información a los consumidores sobre el origen de sus alimentos y, por tanto, generar una ventaja competitiva para quienes la utilizan tanto, generar una ventaja competitiva para quienes la utilizan, | Toxicología y Manejo de Agroquímicos<br>Formulación y Evaluación de Proyectos<br>Agropecuarios<br>Desarrollo y Extensión Rural<br>Ética y Ejercicio Profesional<br>Organización de Productores y Gestión Agroempresarial<br>Normatividad Agropecuaria  |

|                         |  |  |   |
|-------------------------|--|--|---|
| Inteligencia artificial | Tecnología empleada para aumentar la capacidad de desencadenar acciones emergentes de los datos agrupados en aplicaciones avanzadas emergentes del internet de las cosas (IoT) para análisis predictivo y definición de patrones (intervenciones preventivas), análisis prescriptivo (intervenciones correctivas) y análisis adaptativo (autonomía sobre la base de un aprendizaje continuo). Esta herramienta fue profundizada al implementarla en máquinas o robots, proceso denominado Aprendizaje de las máquinas (Machine Learning en inglés) utilizando algoritmos y modelos estadísticos que los sistemas informáticos utilizan para realizar de manera efectiva una tarea específica, sin utilizar instrucciones explícitas, sino que se basan en patrones e inferencias | Ayuda a los agricultores a analizar sus campos y supervisar cada etapa de su ciclo de producción, puede mejorar el uso de los recursos, respaldar la toma de decisiones rápidas a través de modelos predictivos y mantener sistemas de seguimiento continuo, todo el día y todos los días.   | UUAA relacionadas con la producción de cultivos |
| Ciberseguridad          | Tecnología empleada para la protección de la infraestructura computacional y todo lo relacionado con esta, especialmente de aquella información contenida en computadoras móviles o a través de las redes de computadoras. Todas las herramientas TIC's mencionadas tuvieron varios usos destacando que en algunos casos dichos usos también fueron entendidos como otras herramientas TIC (al menos en la industria 4.0).   |  |   |
| Robótica                | <p>Generación y uso de entidades físicas o virtuales con un propósito específico, se clasifican en: Androides, Móviles, Zoomórficos y Poliarticulados.</p> <p>El término “obot agrícola o agrobot” es sin duda una descripción ajustada de las máquinas autónomas que tienen capacidad para realizar diferentes tareas agrícolas repetitivas en una explotación agrícola - desde la preparación de la tierra hasta la cosecha - sin intervención humana directa, Santos Valle, S., Kienzle, J. 2021.</p>   | se utilizan robots agrícolas en el campo para ayudar a los agricultores a medir, cartografiar y optimizar el uso del agua y del riego, los pesados tractores tradicionales podrían ser reemplazados por pequeños robots livianos, lo que permitiría una reducción gradual de la compactación, la reaireación del suelo y beneficios para las funciones del suelo | UUAA relacionadas con la producción de cultivos |

|                                       |  |   |  |
|---------------------------------------|--|---|--|
| Impresión 3 D                         | Se usa una máquina capaz de realizar réplicas de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por el ordenador, descargado de internet o recogido a partir de un escáner 3D |   |  |
| Realidad aumentada                    | Se usa un conjunto de tecnologías que permiten que el usuario visualice parte del mundo real a través de un dispositivo tecnológico con información gráfica añadida por este dispositivo.                        |   |  |
| Plataformas de economía colaborativas | Uso de Plataformas para comercio electrónico llamado P2P (Peer to Peer) o igual a igual, y que han evolucionado a soluciones C2C (Cliente-Cliente) o el B2C (Negocio-Cliente).                                   | simplificar todos los procesos, desde las compras y contrataciones hasta la producción y distribución | Formulación y Evaluación de Proyectos Agropecuarios Desarrollo y Extensión Rural Ética y Ejercicio Profesional Organización de Productores y Gestión Agroempresarial Normatividad Agropecuaria |
| Vehículos autónomos                   | Uso de vehículos no tripulados que igualan las capacidades humanas de manejo y control. Son capaces de percibir el medio que les rodea y navegar.  |   |  |

Tabla1. Tecnologías de la Agricultura 4.0

Fuente: Quiroga C. 2019. Trendov, Varas y Zeng, 2019.

## RETOS PARA LA AGRICULTURA 4.0.

Siendo indudables las bondades de estas tecnologías, aún hay ciertos desafíos para su exitosa implementación, entre las que se consideran de mayor relevancia son:

- La tecnología requiere inversión, algo que favorece la rápida implantación en grandes explotaciones, aumentando la brecha con las pequeñas explotaciones; y la mentalidad (es necesario un gran trabajo de concienciación y formación dentro de un sector tan envejecido), <https://www.industria-sl.com/blog/agricultura-retos-soluciones/> .

La educación es el factor más importante para acelerar la innovación y la transformación digital, pero se hace impulsar la investigación y el desarrollo y la educación en materia de innovación y herramientas de aprendizaje electrónico, el aprendizaje práctico e independiente, el pensamiento crítico y la alfabetización digital, financiera e informática (Trendov M. Nikola, Varas Samuel, Zeng Meng. 2019) a fin de llegar e incidir en las zonas

rurales y disminuir la brecha digital.

- La barrera de la conectividad. No todas las zonas rurales cuentan con infraestructura óptima de Internet para construir la Agricultura 4.0. Una vasta recolección de datos impulsará la utilización del aprendizaje automático y de la inteligencia artificial, y será necesario elaborar nuevos modelos para que los datos puedan resultar útiles. Hasta ahora, la información recopilada es a menudo insuficiente para fundamentar las asociaciones y soluciones integrales necesarias para transformar la agricultura en pequeña escala en empresas digitales viables y sostenibles (Trendov M. Nikola, Varas Samuel, Zeng Meng. 2019) por lo que se hace necesario la generación de datos ya que la agricultura 4.0 está estrechamente vinculada con el uso de las TIC's y depende de una infraestructura adecuada para adquirir, procesar y compartir datos, Santos Valle, S., Kienzle, J. 2021.

Hoy en día, Microsoft ha implementado su Proyecto FarmVibes, una nueva suite de tecnologías enfocadas en la agricultura, de Microsoft Research, plataforma que está siendo utilizada en la generación de datos sobre cosechas de trigo, cebada y lentejas; también la plataforma dispone de un conjunto de herramientas con inteligencia artificial para ayudar a tomar decisiones en cada fase de la agricultura, desde antes de sembrar hasta después de la cosecha, lo que permite una agricultura basada en datos, como las cantidades ideales de fertilizante, herbicida que se deben utilizar y dónde aplicarlos; pronostican temperaturas y velocidad del viento en campo; información sobre cuándo y dónde plantar, etc. Otra solución de Project FarmVibes que hace realidad el sector agrícola del futuro es FarmVibes.Connect, que Microsoft eventualmente pondrá a disposición con código abierto, para llevar conectividad a lugares remotos y rurales. FarmVibes.AI está disponibles para desarrolladores en México, están abiertas para que investigadores y científicos de datos puedan basarse en ellas para convertir los datos agrícolas en acciones que ayuden a aumentar los rendimientos y reducir costos, <https://expansion.mx/tecnologia/2023/03/13/microsoft-muestra-el-camino-hacia-el-sector-agricola-del-futuro>. Fecha de consulta 28 de marzo del 2023.

Las ventajas que ofrece la agricultura 4.0 se observan en los resultados se expresan en disminución de costos de operación, aumento de la eficiencia, mejora de la calidad de los productos y reducción del impacto medioambiental negativo, la tecnología de información se pueden obtener ventajas competitivas, <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4011/NR42318.pdf?sequence=1>, reducción de trabajo de los pequeños productores, en la intensificación de la producción sostenible al introducir procedimientos de la agricultura de precisión para optimizar los recursos, la reducción de insumos, a pesar de estas y otras más ventajas, aún existen desafíos técnicos, económicos y sociales respecto a la capacitación y a la necesidades de adaptación y adopción de estas tecnologías, Santos Valle, S., Kienzle, J. 2021.

## REFERENCIAS

Vargas Q. Paula. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4011/NR42318.pdf?sequence=1> Fecha de consulta 03 de marzo del 2023.

[extension://elhekieabhbkmprcfcoobjddigjcaadp/https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload\\_editores/u294/Agricultura4.0.pdf](https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u294/Agricultura4.0.pdf) Fecha de consulta 03 de marzo del 2023.

<https://www.industri-si.com/blog/agricultura-retos-soluciones/>. Fecha de consulta 25 de marzo del 2023.

<https://expansion.mx/tecnologia/2023/03/13/microsoft-muestra-el-camino-hacia-el-sector-agricola-del-futuro>. Fecha de consulta 28 de marzo del 2023.

Quiroga Canaviri Jorge León. 2019. Conceptualización de la Agricultura 4.0: su incidencia en América Latina y El Caribe. Paz, Bolivia.

Santos Valle, S., Kienzle, J. 2021. Agricultura 4.0, Robótica agrícola y equipos automatizados para la producción agrícola sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma.

Trendov M. Nikola, Varas Samuel, Zeng Meng. 2019. Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales, documento de orientación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Universidad Autónoma del Estado de México. 2015. Licenciatura de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, Facultad de Ciencias Agrícolas. México.