



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente Practico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Agricultura 4.0 tecnologías empleadas en labores agrotécnicas”

**AUTOR:**

Wellington German Astudillo Troya

**TUTOR:**

Ing. Agr. Oscar Caicedo Camposano, PhD.

Babahoyo- Los Ríos - Ecuador

2022

## RESUMEN

La revolución agrícola 4.0, también conocida como agricultura 4.0, es un nuevo dispositivo para llevar a cabo las estrategias tradicionales de la empresa agrícola con la ayuda de la tecnología progresiva que incluye la robótica agrícola, la computación en la nube y el internet de las cosas, entre otros. Esta tecnología se caracteriza por el uso de la inteligencia artificial y la automatización de la recopilación de información aplicable para la toma de decisiones, el seguimiento regular de los cultivos y otras técnicas agrícolas tradicionales. La tecnología 4.0 consiste en la evolución de la agricultura de precisión y todos los movimientos realizados en la agricultura basados totalmente en el análisis único y preciso de los datos y la información acumulada y transmitida a través de equipos superiores. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la importancia de la agricultura 4.0 tecnologías empleadas en labores agrotécnicas. Por lo anteriormente detallado se determinó que las tecnologías utilizadas en la agricultura 4.0 son: Internet of Things (IoT), Blockchain, Big Data, Inteligencia artificial (IA), Sensores remotos, Robótica y Tecnología móvil. Las tecnologías de la agricultura 4.0 se aplican en las siguientes áreas de innovación: Nuevos sistemas de producción, Mecanización y automatización de tareas y procesos, Genética y protección de cultivos, Big Data & Agricultura de precisión y Programa software de gestión, servicios de información y educación al productor agropecuario. Las ventajas de la agricultura 4.0 son las siguientes: Producción más eficiente, Sostenibilidad, Acceso a las estadísticas, Mayor ritmo en las tareas de aparición, Ventajas económicas, Beneficios medioambientales, Beneficios para el trabajador y Beneficios para la salud. Las desventajas de la agricultura 4.0 son las siguientes: Inversión: Acceso a Internet, Formación, Escasez de conocimientos técnicos, Velocidad de cambio, Desigualdades sociales y Aumento de los residuos.

**Palabras claves:** Agricultura 4.0, tecnologías, labores agrotécnicas, agricultura de precisión.

## SUMMARY

The agricultural revolution 4.0, also known as agriculture 4.0, is a new device to carry out the traditional strategies of the agricultural enterprise with the help of progressive technology that includes agricultural robotics, cloud computing, and the internet of things, among others. This technology is characterized by the use of artificial intelligence and automation of information gathering applicable for decision making, regular crop monitoring and other traditional farming techniques. Technology 4.0 consists of the evolution of precision agriculture and all movements made in agriculture based entirely on the unique and accurate analysis of data and information accumulated and transmitted through superior equipment. The information obtained was carried out through the technique of analysis, synthesis and summary, with the purpose of making the reader aware of the importance of agriculture 4.0 technologies used in agrotechnical work. From the above detailed, it was determined that the technologies used in agriculture 4.0 are: Internet of Things (IoT), Blockchain, Big Data, Artificial Intelligence (AI), Remote Sensing, Robotics and Mobile Technology. Agriculture 4.0 technologies are applied in the following areas of innovation: New production systems, Mechanization and automation of tasks and processes, Genetics and crop protection, Big Data & Precision agriculture and Program management software, information services and education to the agricultural producer. The advantages of Agriculture 4.0 are the following: More efficient production, Sustainability, Access to statistics, Increased pace of emergence tasks, Economic advantages, Environmental benefits, Worker benefits and Health benefits. The disadvantages of Agriculture 4.0 are as follows: Investment: Internet access, Training, Shortage of technical knowledge, Speed of change, Social inequalities and Increased waste.

**Key words:** Agriculture 4.0, technologies, agrotechnical work, precision agriculture.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	II
SUMMARY .....	III
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO .....	3
<b>1.1. Definición del tema caso estudio .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Planteamiento del problema .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Justificación .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Objetivos.....</b>	<b>3</b>
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
<b>1.5. Fundamentación teórica .....</b>	<b>4</b>
1.5.1. Innovación y agricultura .....	4
1.5.1.1. Agricultura y su evolución .....	4
1.5.2. Agricultura 4.0 .....	7
1.5.2.1. Tecnologías empleadas en la agricultura 4.0 y procesos agroproductivos inteligentes. ....	9
1.5.2.1.1. Internet of Things (IoT) .....	10
1.5.2.1.2. Blockchain.....	10
1.5.2.1.3. Big Data.....	11
1.5.2.1.4. Inteligencia artificial (IA) .....	11
1.5.2.1.5. Sensores remotos .....	11
1.5.2.1.6. Robótica .....	11
1.5.2.1.7. Tecnología móvil.....	12
1.5.2.2. Área de utilidad de las tecnologías en la agricultura 4.0.....	12
1.5.2.2.1. Área de innovación.....	12
1.5.2.2.1.1. Nuevos sistemas de producción .....	12
1.5.2.2.1.2. Mecanización y automatización de tareas y procesos .....	13
1.5.2.2.1.3. Genética y protección de cultivos .....	14
1.5.2.2.1.4. Big Data & Agricultura de precisión.....	14
1.5.2.2.1.5. Programa software de gestión, servicios de información y educación al productor agropecuario .....	15

1.5.2.3. Importancia de la implementación de nuevas tecnologías en la agricultura 4.0. ....	15
1.5.2.4. Ventajas de la agricultura 4.0.....	20
1.5.2.5. Desventajas de la agricultura 4.0.....	21
1.6. Hipótesis.....	23
1.7. Metodología de la investigación .....	23
CAPITULO II .....	24
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
2.1. Desarrollo del caso .....	24
2.2. Situaciones detectadas .....	24
2.3. Soluciones planteadas .....	24
2.4. Conclusiones.....	25
2.5. Recomendaciones .....	26
BIBLIOGRAFÍA.....	27

## INTRODUCCIÓN

El uso de las nuevas tecnologías en la agricultura puede aplicarse de diversas formas. Así, estos nuevos métodos pueden utilizarse para la recopilación de datos de interés, que permitan realizar análisis para una mayor optimización en el uso de los recursos disponibles. Por otro lado, también es posible, usar las nuevas tecnologías para lograr una mayor automatización y eficiencia la realización de tareas en los cultivos (ATRIA 2020).

La agricultura 4.0 se refiere a nuevas tecnologías agrícolas las cuales están siendo desarrolladas con el fin de brindar nuevas soluciones a procesos actuales dentro de la industria agrícola. Entre otros, uno de los principales argumentos para la implementación, es la calidad de datos que permitirá generar dicha maquinaria, así como la facilidad que tendrán luego los productores y demás trabajadores para la toma de decisiones y la elaboración de las diferentes tareas tradicionales de la producción de alimentos, las cuales son conocidas por requerir de una gran cantidad de trabajo manual (ATRIA 2020).

Las tecnologías 4.0 en la agricultura no solo tendría beneficios en la productividad, eficiencia y facilidad de manejo y precisión para las empresas productoras agrícolas, sino también permitiría la generación de información exacta, individual y en tiempo real sobre las cosechas, obteniendo así datos sobre al ambiente y otros factores que puedan estar influenciando la producción en cada uno de los diferentes ámbitos. Las tecnologías más importantes utilizadas en la agricultura 4.0: Drones, sensores ambientales, cámara, robótica (Artopoulos y Lengyel 2020).

Los datos que se obtienen mediante las nuevas tecnologías pueden ser procesados utilizando varias técnicas, en la cual es posible conseguir información relevante de forma automatizada, identificando ciertos parámetros que el ser humano no puede percibir fácilmente. Los datos obtenidos pueden ser utilizados

en la agricultura 4.0 con múltiples finalidades: estudio del suelo, detección y control de plagas, etc. Algunas de las técnicas que son posibles utilizar son la visión artificial, machine learning y análisis de datos (Portilla 2017).

Por lo expuesto se realizó la presente investigación para determinar la importancia de la agricultura 4.0 tecnologías empleadas en labores agrotécnicas.

# **CAPITULO I**

## **MARCO METODOLÓGICO**

### **1.1. Definición del tema caso estudio**

El presente documento refleja la importancia de la agricultura 4.0 tecnologías empleadas en labores agrotécnicas.

### **1.2. Planteamiento del problema**

Actualmente la agricultura enfrenta varios problemas en los sistemas de producción, entre ellos se destacan el bajo precio de los productos agrícolas en los mercados de destino y un manejo más homogéneo de la calidad de la producción, considerando la pérdida de competitividad del sector tradicional debido a las fluctuaciones de precios del mercado. El continuo incremento de los costos de producción, obliga a dar un salto en las tecnologías más específicas asociadas a la producción agrícola, dentro de la cadena productiva.

### **1.3. Justificación**

Mediante la aplicación de las tecnologías 4.0 en la agricultura se logrará recabar información sobre cada área acorde a las características que presente, tomando medidas determinadas y sin requerimiento de uso extensivo de agrotóxicos, lo cual simplificaría la producción de alimentos y la cadena de distribución alimenticia, reduciéndose así la inseguridad alimentaria por razones como dificultades de abastecimiento a ciertas áreas, reduciéndose así el impacto medioambiental generado por la actividades agrícolas.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Fundamentar la importancia de la agricultura 4.0 tecnologías empleadas en labores agrotécnicas.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Detallar las principales tecnologías empleadas en la agricultura 4.0.
- Especificar las ventajas y desventajas de las tecnologías empleadas en la agricultura 4.0.

#### **1.5. Fundamentación teórica**

##### **1.5.1. Innovación y agricultura**

###### **1.5.1.1. Agricultura y su evolución**

Durante varios años, la agricultura ha ido evolucionando, reelaborando y mejorando tanto la productividad como el rendimiento global estándar de las fincas agrícolas y la industria agrícola, que antes se caracterizaba por la gran necesidad de trabajo manual (Barrera 2021).

Cada una de las revoluciones dentro de las empresas agrícolas ha tenido un impacto efectivo en elementos únicos. Las empresas o finca agrícolas han sido capaz de mejorar y perfeccionar sus estrategias y mejoras debido a las instrucciones descubiertas a partir de la implementación de nuevos equipos e información (Barrera 2021).

Aunque las industrializaciones agrícolas han supuesto un avance y un desarrollo para la industria, también han precipitado problemas a lo largo del tiempo. La sociedad se enfrenta actualmente a la localización de una estrategia para la suma de los problemas causados por las revoluciones de un tipo, que, como se señaló anteriormente, han tenido un efecto ventajoso en la industria y el mercado de productos, sin embargo, en la cuota de la mala gestión de los compuestos químicos y otros recursos de muy buena importancia para las

sociedades, han generado problemas de impacto adicional que tiene que ser resuelto tan pronto como sea viable (Barrera 2021).

La revolución agrícola 4.0, también conocida como agricultura 4.0, es un nuevo dispositivo para llevar a cabo las estrategias tradicionales de la empresa agrícola con la ayuda de la tecnología progresiva que incluye la robótica agrícola, la computación en la nube y el internet de las cosas, entre otros. Esta tecnología se caracteriza por el uso de la inteligencia artificial y la automatización de la recopilación de información aplicable para la toma de decisiones, el seguimiento regular de los cultivos y otras técnicas agrícolas tradicionales (Alarcón 202).

En los enfoques agrícolas actuales, las decisiones se basan regularmente en revelaciones y estudios previos realizados tanto en el propio lugar de producción como en regiones con climas similares. Aunque los estudios y los análisis han permitido hasta ahora a los fabricantes tomar decisiones que posiblemente les han beneficiado y han evitado riesgos, puede haber, sin embargo, una gran cantidad de residuos y daños a las plantas y a la aptitud del suelo, porque los estudios y los análisis no muestran la necesidad o el escenario de las plantas en tiempo real (Alarcón 2021).

Una de las revoluciones rurales introdujo el uso de compuestos químicos a las producciones, para resolver el problema de las enfermedades y los animales que se habían regalado con frecuencia dentro de la vegetación y para mantener los estándares de fabricación, así como las configuraciones y dimensiones de los alimentos consistentes con la demanda y las expectativas e ideas que los clientes tenían sobre dichos alimentos. Sin embargo, ya es posible mencionar, gracias a las investigaciones y estudios, que los insecticidas y los fertilizantes son una de las razones más importantes de la degradación de las tierras fértiles aptas para la producción de alimentos (Alarcón 2021).

Aunque los compuestos químicos han tenido un efecto fantástico en los efectos de los grupos de producción, permitiéndoles un auge en la productividad y una pretendida mejora dentro de lo agradable de la mercancía, ha generado un concepto irreal sobre la estética de los alimentos. Como resultado, una buena parte de los alimentos producidos se desperdicia actualmente debido a que están muy dañados o a que no cumplen con las expectativas de apariencia que los clientes suelen exigir. El mal uso de los activos no sólo daña los productos, que si se alimentan podrían tener resultados en la salud de los consumidores, sino que, además, si no se consumen, generan un alto nivel de metano, que es uno de los principales miembros de los contaminantes ambientales (Farias 2021).

En otras palabras, estos productos químicos pueden haber sido de excelente beneficio para los productores y no directamente a los clientes en los últimos años, sin embargo, ahora se ha llegado a la conclusión de que son una de las principales causas de deterioro y daño a las áreas de producción de alimentos y han llevado a los clientes a tener expectativas erróneas sobre la llegada y la duración de los productos, lo que resulta en más de residuos de estas mercancías que no coinciden con las expectativas (Farias 2021).

Los problemas importantes a los que se enfrenta actualmente la humanidad son, entre otros, la seguridad alimentaria y el cambio climático, cada uno de los cuales se atribuye a la empresa rural, y por lo que es esta misma empresa la que se enfrenta actualmente a la necesidad de hacer ajustes para aclarar estos problemas y poner fin a un ciclo de deterioro y destrucción de las fuentes de hierbas (De Clercq *et al* 2018).

La agricultura no es sólo una de las principales fuentes de gases de efecto invernadero, que regulan el medio ambiente, sino que también es una industria que depende absolutamente de la atmósfera y de las nuevas modificaciones causadas por el cambio climático. Con el fin de mantener un ciclo sostenible, en el que la producción de alimentos para toda la población sea posible al mismo

tiempo que la protección de las fuentes y los alimentos producidos, la empresa debe hacer un cambio en el procedimiento y el sistema agrícola utilizado hasta el momento (De Clercq *et al* 2018).

### **1.5.2. Agricultura 4.0**

La nueva revolución agrícola es un concepto, cuyo significado y amplitud pueden provocar confusiones en su interpretación. Según Mooney (2020) los siguientes factores cubren todas las regiones y puntos de vista de la interpretación del concepto de la agricultura 4.0:

- La agricultura de precisión
- Industria 4.0
- Tecnología digital
- Toma de decisiones informada
- Barreras de la producción agrícola al aire libre
- Rentabilidad y sostenibilidad

Varias revisiones presentan una definición más amplia y clara de la idea de la agricultura 4.0, explicando que esta idea conlleva y desarrolla lo que antes se llamaba agricultura de precisión, que se lograba con la ayuda de sensores incluidos en la maquinaria utilizada dentro del área y otros sistemas, que se caracterizan por estar habilitados mediante el uso de tecnologías sabias y virtuales de la Industria 4.0 (Mooney 2020).

Los registros captados robóticamente por las máquinas permiten generar suficiente conocimiento para apoyar al agricultor en cada uno de los métodos de producción y particularmente en la selección y en la interacción con los actores externos a sus cadenas de producción, rompiendo así los límites de la organización y aumentando la cantidad de información en la industria. Además,

aclaran que el objetivo final de la revolución agrícola es mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad financiero-ambiental-social de la agricultura (Ozdogan et al 2017).

Agricultura 4.0 es un período de tiempo para las siguientes tendencias masivas que atraviesan una finca agrícola o empresa, junto con un reconocimiento ampliado en la agricultura de precisión, la red de datos (IoT) y el uso de la información enorme para forzar una mayor eficiencia de la producción agrícola en la cara del auge de la población y el comercio climático (Ozdogan et al 2017).

La tecnología 4.0 consiste en la evolución de la agricultura de precisión y todos los movimientos realizados en la agricultura basados totalmente en el análisis único y preciso de los datos y la información acumulada y transmitida a través de equipos superiores (Ozdogan et al 2017).

El equipo y las estrategias permiten el uso sinérgico de una variedad de tecnología 4.0 que, a su vez, permite la recopilación automatizada, la integración y el análisis de los hechos acumulados en el campo, a partir de sensores o diferentes fuentes (Rose y Chilvers 2018).

La intención de la agricultura 4.0 es ofrecer una ayuda más completa y correcta a los agricultores dentro del sistema de toma de decisiones asociado con su pasatiempo y la relación con otros componentes de la cadena de suministro. Además, pretende impulsar la sostenibilidad monetaria, medioambiental y social, así como la rentabilidad de las técnicas agrícolas (Rose y Chilvers 2018).

La agricultura 4.0 persigue ayudar a los agricultores con las nuevas actualizaciones en la generación. Por lo tanto, la adopción de respuestas 4.0 en la agricultura puede sugerir lo siguiente, según Rose y Chilvers (2018):

- Evitar el despilfarro inútil mediante el cálculo de los deseos precisos de agua del cultivo o detectar antes la llegada de enfermedades positivas o plagas en la vegetación.
- Tener un mayor control sobre las tasas y poder trazar con gran precisión todas las fases del cultivo (siembra y cosecha), ahorrando tiempo y dinero.
- La mejora de la trazabilidad de la cadena de suministro puede dar lugar a una cadena de suministro rápida capaz de producir alimentos de gran calidad de forma sostenible y con poco margen de error.

El desarrollo tecnológico y digital a gran escala tiene mucho que ver con la evolución de la agricultura rural. Desde hace unos años se habla de la agricultura 3.0, que permite pasar pronto a un escalón más para denominarse agricultura 4.0 (Rose *et al* 2020).

La zona viene demandando la presencia de tecnología de última generación para abordar la fabricación que se requiere. Este factor tecnológico puede verse en varios productos y técnicas de cultivo revolucionarios (Rose *et al* 2020).

Actualmente se está utilizando drones para percibir las regiones de alta calidad para la siembra. A todo esto, hay que añadir el progreso tecnológico que se ha producido en los equipos agrícolas, con especial énfasis en los motores autónomos y la presencia de robots agrícolas o agribots. Cada vez se utilizan más automóviles guiados por GPS dentro del campo, además de sensores aéreos y terrestres (Rose *et al* 2020).

#### **1.5.2.1. Tecnologías empleadas en la agricultura 4.0 y procesos agroproductivos inteligentes.**

En el caso de las primeras revoluciones industriales y agrícolas, los resultados, la productividad y la eficiencia de la producción podrían avanzar abismalmente. Sin embargo, esto se convirtió en el precio del uso de productos

químicos y otros equipos que comenzó un daño regular a los productos consumidos hoy en día y a los activos herbarios (Sponchioni *et al* 2018).

La transformación tecnológica no siempre está dirigida principalmente a aumentar la productividad y el rendimiento. Aunque ésta es una de las bendiciones de la revolución, el objetivo principal es poner fin al mencionado ciclo de destrucción de recursos útiles y despejar los problemas globales que incluyen la pobreza, la falta de confianza en los alimentos y la escasez de ayuda (Sponchioni *et al* 2018).

#### **1.5.2.1.1. Internet of Things (IoT)**

Esta tecnología recoge continuamente datos y los envía a estructuras de procesamiento y análisis de registros. Ejemplos: sensores de suelo, estaciones climáticas (Walfert *et al* 2017).

Permite la transformación de los sistemas de gestión y ampliación de los conocimientos sobre la fabricación de alimentos. Mejora de la toma de decisiones con la ayuda de información precisa y en tiempo real (Walfert *et al* 2017).

#### **1.5.2.1.2. Blockchain**

Se refiere a las bases de datos electrónicas de transacciones o estadísticas contables distribuidas. Permite una manipulación completa, evidente y en tiempo real de las transacciones en la industria (Zhai *et al* 2020).

Hace posible, por ejemplo, comprender los desastres de producción e insinuar toda la mercancía dispensada en caso de que se determine que la cosecha es mala o también puede dañar la aptitud del cliente (Zhai *et al* 2020).

#### **1.5.2.1.3. Big Data**

Es una tecnología que permite obtener volúmenes masivos de estadísticas recibidas de fuentes únicas, como las estadísticas obtenidas del sistema, de los equipos o recogidas mediante seres humanos (Arias 2022).

Permiten una evaluación general y completa del escenario de producción y de las necesidades, una buena manera de no olvidar todos los elementos que influyen en la cosecha y de hacer una elección lo más eficiente posible, así como de darse cuenta de las correlaciones que luego podrían utilizarse para predecir las condiciones (Arias 2022).

#### **1.5.2.1.4. Inteligencia artificial (IA)**

Aplicada en campos extraordinarios, incluyendo robots, unidades de visualización de suelos y cultivos, entre otros. Con la ayuda de Big Data, se pueden ejecutar análisis predictivos y optimizar las elecciones y acciones. Evaluación precisa y óptima con la ayuda de todos los registros acumulados a través de sensores, etc. Que necesitan de la IA para su funcionamiento (Rosmino 2022).

#### **1.5.2.1.5. Sensores remotos**

Normalmente vinculados a robots u otros dispositivos con inteligencia sintética. Permite la gestión a través de los años desde vistas específicas (aéreas, terrestres, entre otras). Necesarios para respuestas que requieren Internet de las Cosas (IoT), Big Data e inteligencia artificial (AI) (Rosmino 2022).

#### **1.5.2.1.6. Robótica**

Equipos funcionales basados totalmente en IoT, IA, Big Data y sensores lejanos, que realizan movimientos en función de indicadores y evaluación adquiridos a través de la recogida de información (Román 2022).

Implementación de robots para automatizar, simplificar y mejorar los procedimientos convencionales en la agricultura. Necesitan de IA, Blockchain y Big Data para ser utilizados de forma óptima (Román 2022).

#### **1.5.2.1.7. Tecnología móvil**

Estadísticas actuales de hechos recogidos a través de sensores, Big Data, etc. Inmediatamente a disposición de los fabricantes o de los responsables de la toma de decisiones (Montiel *et al* 2020).

Facilita el acceso de los productores a las estadísticas más avanzadas sobre cultivos y condiciones meteorológicas. En otras palabras, permite acceder a las estadísticas generadas con la ayuda de los otros avances tecnológicos citados, como Big Data o IoT (Montiel *et al* 2020).

#### **1.5.2.2. Área de utilidad de las tecnologías en la agricultura 4.0.**

Las tecnologías 4.0 se están aplicando dentro del área agrícola de forma excepcional. Las estrategias en las que se están llevando a cabo estas tecnologías, que, de acuerdo con los estudios, son aquellas por medio de las cuales se puede acelerar más sustancialmente la productividad y los efectos del sector, además del objetivo que éstas aspiran a satisfacer (Portilla 2017).

##### **1.5.2.2.1. Área de innovación**

###### **1.5.2.2.1.1. Nuevos sistemas de producción**

Tiene como objetivo optimizar los sistemas de producción en los que se puedan utilizar los recursos de manera eficiente y sostenible, ejemplo: granjas urbanas & verticales. Presenta como categoría de innovación mejoras en la conservación de agua y suelos y tecnología para acuicultura y agricultura hidropónica (Gallinucci *et al* 2020).

Las tecnologías usadas en esta área son las siguientes: Visión artificial, Machine Learning y análisis de datos (Gallinucci *et al* 2020).

El mismo autor sostiene que en la actualidad las aplicaciones de la visión artificial en la agricultura van desde asociar propiedades fisiológicas enzimáticas con un perfil RGB, detección temprana de enfermedades, detección de malas hierbas para su eliminación mediante aspersión selectiva o mecánica mediante robots o máquinas automatizadas, detección de frutos para los robots cosechadores, para el autoguiado de tractores y máquinas agrícolas autopropulsadas, etcétera.

Se trata de monitorizar en tiempo real el estado de un cultivo y el manejo que el agricultor tiene sobre el mismo, medir a través de sensores los KPIs claves, procesar los datos en conjunción con los obtenidos de estaciones meteorológicas y ofrecer las conclusiones gracias a un sistema de Ayuda a la Toma de Decisión o (DSS).

#### **1.5.2.2.1.2. Mecanización y automatización de tareas y procesos**

Tiene como objetivo mejorar la eficiencia y productividad de la cadena de producción mediante implementación de tecnología. Presenta como categoría de innovación la robotización y automatización y sistemas de riego inteligentes (Gallinucci *et al* 2020).

Las tecnologías usadas en esta área son las siguientes: Robots agrícolas, teledetección, sensores, drones, sistema lidar y tecnología de cadenas de bloques (Gallinucci *et al* 2020).

#### **1.5.2.2.1.3. Genética y protección de cultivos**

Tiene como objetivo mejorar la productividad y calidad de plantas a través de mejoras genéticas y protección contra enfermedades, así como mejora de nutrientes. Presenta como categoría de innovación la biotecnología (Genética de semillas), fertilizantes, productos biológicos y biosensores (Gebbers y Adamchuk 2020).

Las tecnologías usadas en esta área son las siguientes: Teledetección, sensores, drones, aperos, sistema lidar, tecnología de cadenas de bloques (Gebbers y Adamchuk 2020).

#### **1.5.2.2.1.4. Big Data & Agricultura de precisión**

Tiene como objetivo la toma de decisión más eficiente, productiva y exacta, ya que se basa en el análisis realizado de datos obtenidos de la recopilación de fuentes diversas. Presenta como categoría de innovación el análisis de suelos y evaluación de ambientes, drones & imágenes satelitales, sensores remotos y monitoreo georreferenciado, suministro de fertilizantes por medio de nanos sensores, soluciones integradas de IoT y DSS (Decision Support System) (Gebbers y Adamchuk 2020).

Las tecnologías usadas en esta área son las siguientes: Big Data, Teledetección, nanos sensores, drones, aperos, sistema lidar, tecnología de cadenas de bloques (Gebbers y Adamchuk 2020).

#### **1.5.2.2.1.5. Programa software de gestión, servicios de información y educación al productor agropecuario**

Tiene como objetivo la optimización de gestión operativa y administrativa, así como mayor facilidad de toma de decisiones. Presenta como categoría de innovación la aplicación de software de gestión empresarial, información climática de mercados, información logística de transporte y educación y entrenamiento a la comunidad rural (Fonseca 2018).

Las tecnologías usadas en esta área son las siguientes: Software, plataformas digitales e internet (Fonseca 2018).

#### **1.5.2.3. Importancia de la implementación de nuevas tecnologías en la agricultura 4.0.**

No cabe duda de que la implantación de nuevas tecnologías e innovaciones en la empresa debería tener un buen efecto en diversos ámbitos y campos de la agricultura, así como en las partes interesadas y la sociedad en general. Sin embargo, el fomento y la promoción de la innovación y la digitalización de las tácticas y los hechos no sólo podría tener un buen efecto, sino que también puede tener resultados, o puede haber factores aplicables para los que no sería lógico o mejor poner en práctica esas nuevas tecnologías. Entre otros, los argumentos en los que más se insiste al hablar de las bondades de la agricultura 4.0 son las siguientes, según Fonseca (2018):

- Aumento de la productividad
- Asignación razonable de recursos
- Adaptación al cambio climático
- Reducción del desperdicio de alimentos

Se prevé que el aumento de la productividad sea especialmente relevante porque, según las investigaciones, si las sociedades siguen comiendo como hasta ahora, y dado que la población de la arena no deja de crecer, en pocos años las áreas agrícolas no será capaz de proporcionar suficientes alimentos para alimentar a toda la población mundial (FAO 2020).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2020) predice que los agricultores tendrán que producir un 70% más para satisfacer la creciente demanda. Además, los hábitos de consumo de la gente se están convirtiendo. La demanda de productos finos naturales, orgánicos y precisos es cada vez mayor, por lo que la necesidad de acelerar la productividad es un requisito previo para satisfacer la demanda de este tipo y cantidad de comidas.

La población mundial está en continuo desarrollo y la necesidad de recursos para el estilo de vida de la población puede acabar siendo un grave problema si no se aplican métodos para preservar y defender las fuentes que todavía pueden estar en buenas circunstancias. Para cumplir con el comportamiento y el consumo actual de la sociedad, más del 25% de la tierra utilizada para la producción de alimentos mediante la industria rural ya está completamente dañada y no podría utilizarse para plantar productos. Además, la demanda de alimentos es tan excesiva que la industria se ha visto obligada, en años anteriores, a aumentar el uso de fuentes preciosas que incluyen el agua y la fuerza, para preservar bien los niveles de producción. Todo esto ha provocado la escasez actual de recursos naturales y las industrias que consisten en la agricultura se enfrentan a la necesidad de cambiar las técnicas y estrategias utilizadas hasta el momento, con la intención de poner fin a los residuos y preservar con precisión los recursos herbales. Los problemas mencionados anteriormente obligan a los fabricantes a aplicar modelos y tecnologías actuales frente a las técnicas tradicionales para preservar la sostenibilidad de la agricultura (Cáceres y García 2020).

La aplicación de nuevas tecnologías e innovaciones también podría ayudar a la industria agrícola a evolucionar hacia el comercio meteorológico, ya que es una de las industrias cuyo rendimiento y productividad globales dependen bastante de los resultados del comercio meteorológico. Además, es uno de los principales generadores de gases de efecto invernadero, que son los que más contribuyen a la contaminación. Si la industria no alterna y adapta sus métodos, puede enfrentarse a grandes pérdidas de productividad y eficiencia, así como a un aumento de los residuos alimentarios, lo que también podría provocar un aumento de la falta de confianza en las comidas (Cáceres y García 2020).

Todas las cuestiones a las que se enfrenta la industria, que pueden ser problemas muy aplicables en todo el mundo, pueden resolverse a través de la imposición de la tecnología, debido a que permiten la recopilación masiva y la acumulación de datos de áreas y perspectivas especiales, lo que hace viable un mayor pronóstico adecuado de los posibles peligros que podrían ser enfrentados por los actores de la industria, y podría facilitar la toma de decisiones, ya que ahora no se basaría en una escasa cantidad de hechos y estudios y experiencias pasadas, sino que debería tener en cuenta los elementos y los datos recibidos de los análisis realizados en el momento, únicos para la ubicación y el lugar en el que se ejecuta la pintura (Fettke 2017).

A partir de estos argumentos, es posible afirmar que la nueva revolución agrícola podría tener beneficios no sólo en el ámbito de la fabricación de alimentos, sino como alternativa en toda la cadena de fabricación, desde la siembra y la cosecha hasta la distribución y la ingesta del producto. Además, la productividad avanzada que se consigue mediante el uso de la tecnología podría aportar beneficios sociales y medioambientales, si se tiene en cuenta que se podrían destinar menos activos a la fabricación de alimentos (Fettke 2017).

Teniendo en cuenta que la implementación de la generación implica la automatización de la mayoría de las tácticas que hasta ahora se llevaban a cabo por medio de seres humanos, muchos recuerdan que aunque las innovaciones también podrían tener un impacto de alta calidad en diferentes áreas y regalar una solución a los problemas internacionales, incluyendo la falta de confianza en las comidas o el comercio climático, las personas que dependen de la agricultura podrían enfrentarse a los resultados negativos de la revolución (Silveira 2021).

El miedo al desempleo es un aspecto importante que no hay que olvidar, sobre todo después de haber conocido el gran desempleo en las zonas rurales que se generó con las revoluciones tecnológicas precedentes. Aunque se ha demostrado a lo largo de los años que los avances tecnológicos repercuten en el grado de desarrollo de un país, se corre el riesgo de que, incluso con la implantación de la Agricultura 4.0, las naciones subdesarrolladas, cuyas zonas rurales suelen depender de la agricultura, junto con las de Centroamérica, no disfruten de los beneficios de los avances, sino que sólo se beneficien los países con un mayor nivel de desarrollo (Silveira 2021).

Asimismo, es muy cuestionable que la nueva metodología no pueda tener resultados terribles en los puestos de trabajo, pero sobre todo en los productores en la toma de decisiones. Teniendo en cuenta que la toma de decisiones, la acumulación de registros y la evaluación, así como todas las demás estrategias, podrían realizarse mediante sensores, equipos y otras tecnologías, existe la amenaza de que desaparezca el incentivo y el interés de los fabricantes. Esto podría no sólo hacer que se aburran en la búsqueda de nuevas y modernas soluciones a los problemas, sin embargo, también podría propósitos de que se sientan esclavizados a la máquina, debido al hecho de que su grado de estadísticas y la experiencia podría ser siempre inferior a la acumulada con la ayuda de las máquinas. También es un aparato muy complicado de entender y se desean ciertas capacidades para poder interpretar los datos y las estadísticas obtenidas de la nueva tecnología (Mooney 2022).

La falta de conocimientos podría crear una barrera en cuanto a la conexión entre los fabricantes y sus cultivos. Algunos suponen que incluso existe la oportunidad de que los conocimientos de los agricultores queden desfasados debido a que las selecciones se basarán principalmente en las estadísticas y los datos acumulados a través de la maquinaria. El aspecto de la cultura y las tradiciones también es fundamental en lo que respecta a la toma de decisiones empresariales. Este factor podría desaparecer si las elecciones se basaran exclusivamente en los análisis realizados con la ayuda de la tecnología de la Agricultura 4.0. Aunque es una cuestión relevante, también podría llevar a interpretaciones erróneas de los datos adquiridos con la agricultura 4.0. Si cada agricultor deja que factores como su estilo de vida, su conducta y sus tradiciones influyan en las últimas decisiones, aunque la era facilite la adquisición de registros y análisis más precisos y fiables que en el pasado, los resultados no serían, sin embargo, personas que aportaran las mejores ventajas a las organizaciones (Mooney 2022).

Es posible decir que la agricultura 4.0 puede querer tener beneficios predominantes, por lo que es de extrema importancia que los lugares y las organizaciones internacionales crear reglamentos que fomenten la aplicación de estas tecnologías y mejoras y que invierten y garantizar que los empleados que dependen de la agricultura tienen los talentos vitales y el know-how de una buena manera de llevar a cabo las funciones por lo que parecerá debido a la alternancia en el método y la forma, y que cada uno de los fabricantes y los ejecutivos tienen los talentos esenciales para aprehender realmente y con éxito los datos proporcionados por medio de los sensores y otra maquinaria, si desea interpretarlos y tomar decisiones más sin problemas (Herrera 2017).

Podría ser muy importante que antes de imponer las tecnologías, la infraestructura necesaria y habilidades para la traducción y el control de las herramientas y la maquinaria están en su lugar, debido al hecho de que, si esto no

es siempre el caso, la aplicación de la agricultura 4.0 también puede generar en particular los aspectos negativos para los empleados, los fabricantes y las agencias (Herrera 2017).

#### **1.5.2.4. Ventajas de la agricultura 4.0**

Según Rojko (2017) sostiene que la integración de la tecnología reciente con la agricultura 4.0 ofrece una serie de ventajas, tales como:

- **Producción más eficiente:** con menor tasa y mayor cantidad de alimentos cosechados.
- **Sostenibilidad:** Al disponer de una mayor cantidad de datos y un mejor control de los mismos, es posible hacer un uso más eficiente de los insecticidas y fertilizantes.
- **Acceso a las estadísticas:** Al estar todos los datos digitalizados, es viable acceder a los datos vitales y revelar la nación de las plantas casi al instante.
- **Mayor ritmo en las tareas de aparición:** La automatización y el control de las estadísticas permiten realizar las numerosas tareas con mayor rapidez y eficacia.
- **Ventajas económicas:** A pesar de las cargas de la tecnología, se han verificado los beneficios monetarios reales de este tipo de cultivos y equipos. Un mayor control de las actividades se traduce en la optimización de las fuentes y, por tanto, en un menor desperdicio de agua y fertilizantes, lo que se traduce en un ahorro económico para el agricultor. Hablamos de un ahorro en los insumos de producción de alrededor del 30% con un aumento del 20% en la productividad.

- **Beneficios medioambientales:** Un componente que ahora no hay que subestimar es el de la sostenibilidad, con la intención de que sea fundamental dentro de la agricultura del futuro, y una agricultura 4.0 está orientada precisamente a mejorar el rendimiento global y la sostenibilidad del interés agrícola y el impacto medioambiental de toda la cadena agroalimentaria.
- **Beneficios para el trabajador:** Es una realidad que las nuevas tecnologías también mejoran las condiciones de trabajo de los operarios, que resultan mucho menos pesadas con la ayuda de herramientas virtuales y modernas.
- **Beneficios para la salud:** La gestión constante y particular de cada etapa de la cadena de producción se corresponde con una mayor calidad del producto final, lo que sin duda genera beneficios para la salud. Se espera que los productos procedentes de una cadena de suministro de alta tecnología mantengan intactas sus propiedades y, en consecuencia, sean más saludables.

El acceso a estas tecnologías es sin duda una de las barreras más importantes a las que debe enfrentarse un agricultor. Sin embargo, no todo el mundo es consciente de que existen numerosos incentivos por parte de los organismos gubernamentales para ayudar a cubrir las necesidades acuciantes de la modernización de la agricultura.

#### **1.5.2.5. Desventajas de la agricultura 4.0**

Gonzales (2020) expresa que, así como la cuarta revolución agrícola ha traído enormes ventajas para las organizaciones y los agricultores, también se han diagnosticado algunos inconvenientes a los que hay que hacer frente, tales como:

- **Inversión:** Para adaptar los aparatos actuales a las nuevas tecnologías se necesita un pequeño capital inicial. En un periodo de tiempo rápido, los agricultores verán una gran reducción de la mano de obra y, en un periodo de tiempo medio, la productividad y la eficacia de la explotación aumentarán, además de los beneficios monetarios.
- **Acceso a Internet:** Algunas granjas están situadas en regiones donde la señal de Internet es muy débil, pero con el trabajo constante de las empresas responsables, se cree que este proveedor estará pronto a mano desde cualquier lugar, aunque sea remoto.
- **Formación:** Los agricultores necesitan adquirir conocimientos básicos sobre el uso de los nuevos aparatos instalados en sus tierras. Este "inconveniente" sólo se produce una vez, es decir, después de la compra.
- **Escasez de conocimientos técnicos:** En algunos países y sectores, hay una pérdida considerable de trabajo profesional, que es crucial para el software ecológico de las últimas tecnologías.
- **Velocidad de cambio:** La velocidad de las mejoras y la actualización de las soluciones a los problemas puede hacer que muchos organismos se queden anticuados.
- **Desigualdades sociales:** Los avances industriales pueden provocar un aumento de las desigualdades sociales en numerosos elementos del sector.
- **Aumento de los residuos:** A medida que se crean nuevas versiones de los productos, numerosos objetos quedan obsoletos. Por lo tanto, puede aumentar la posibilidad de que se desechen y se manipulen de forma inadecuada, lo que conduce a la contaminación del medio ambiente.

## **1.6. Hipótesis**

Ho= No es de vital importancia conocer sobre la la importancia de la agricultura 4.0 tecnologías empleadas en labores agrotécnicas.

Ha= Es de vital importancia conocer sobre la importancia de la agricultura 4.0 tecnologías empleadas en labores agrotécnicas.

## **1.7. Metodología de la investigación**

Para el desarrollo del presente documento se recopiló información bibliográfica de libros, revistas, tesis de grado, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencia, congresos y manuales técnicos.

La información que se recolectó se sometió a un proceso de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la importancia de la agricultura 4.0 tecnologías empleadas en labores agrotécnicas.

## **CAPITULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a la agricultura 4.0 tecnologías empleadas en labores agrotécnicas.

#### **2.2. Situaciones detectadas**

La revolución agrícola 4.0, también conocida como agricultura 4.0, es un nuevo dispositivo para llevar a cabo las estrategias tradicionales de la empresa agrícola con la ayuda de la tecnología progresiva que incluye la robótica agrícola, la computación en la nube y el internet de las cosas, entre otros. Esta tecnología se caracteriza por el uso de la inteligencia artificial y la automatización de la recopilación de información aplicable para la toma de decisiones, el seguimiento regular de los cultivos y otras técnicas agrícolas tradicionales.

La tecnología 4.0 consiste en la evolución de la agricultura de precisión y todos los movimientos realizados en la agricultura basados totalmente en el análisis único y preciso de los datos y la información acumulada y transmitida a través de equipos superiores.

#### **2.3. Soluciones planteadas**

Es necesario concientizar a los productores la aplicación de la agricultura 4.0 la misma que ofrece una ayuda más completa y correcta a los agricultores dentro del sistema de toma de decisiones asociado con su pasatiempo y la relación con otros componentes de la cadena de suministro. Además, pretende impulsar la sostenibilidad monetaria, medioambiental y social, así como la rentabilidad de las técnicas agrícolas.

## **2.4. Conclusiones**

Por lo anteriormente detallado se concluye:

La agricultura 4.0 es un período de tiempo para las siguientes tendencias masivas que atraviesan una finca agrícola o empresa, junto con un reconocimiento ampliado en la agricultura de precisión, la red de datos (IoT) y el uso de la información enorme para forzar una mayor eficiencia de la producción agrícola en la cara del auge de la población y el comercio climático.

En la agricultura 4.0 los equipos y las estrategias utilizadas permiten el uso sinérgico de una variedad de tecnología 4.0 que, a su vez, permite la recopilación automatizada, la integración y el análisis de los hechos acumulados en el campo, a partir de sensores o diferentes fuentes.

Las tecnologías utilizadas en la agricultura 4.0 son: Internet of Things (IoT), Blockchain, Big Data, Inteligencia artificial (IA), Sensores remotos, Robótica y Tecnología móvil.

Las tecnologías de la agricultura 4.0 se aplican en las siguientes áreas de innovación: Nuevos sistemas de producción, Mecanización y automatización de tareas y procesos, Genética y protección de cultivos, Big Data & Agricultura de precisión y Programa software de gestión, servicios de información y educación al productor agropecuario

Las ventajas de la agricultura 4.0 son las siguientes: Producción más eficiente, Sostenibilidad, Acceso a las estadísticas, Mayor ritmo en las tareas de aparición, Ventajas económicas, Beneficios medioambientales, Beneficios para el trabajador y Beneficios para la salud.

Las desventajas de la agricultura 4.0 son las siguientes: Inversión: Acceso a Internet, Formación, Escasez de conocimientos técnicos, Velocidad de cambio, Desigualdades sociales y Aumento de los residuos.

## **2.5. Recomendaciones**

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

Establecer las tecnologías 4.0 en los sistemas de producción para mejorar los rendimientos de los cultivos.

Permitir el acceso a las tecnologías 4.0 para mejorar el manejo agronómico de los cultivos de manera intensiva y extensiva.

Aplicar las tecnologías 4.0 para lograr una mayor cantidad de data agrícola y mejorar la gestión del proceso productivo, haciendo más eficiente el control de plagas, uso de pesticidas y aplicación de agua y fertilizantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, L. 2022. Las nuevas tecnologías en la agricultura. Revista Producción y Tecnología 13(6): 22-33.
- Artopoulos, A., Lengyel, M. 2020. tecnologías digitales y trabajo: el caso de la producción agroindustrial en la Argentina. CIECTI. 71 p.
- ATRIA. 2020. Agricultura 4.0. Nuevas tecnologías en la agricultura. INNOVATION. 15 p.
- Alarcón, L. 2021. Tecnologías digitales para una revolución agrícola sostenible e inclusiva en los países en transición. Revista Producción y Tecnología 5(3): 65-77.
- Barrera, S. 2022. Agricultura 4.0: 5 principales tecnologías empleadas en este sector. Innovación agrícola 12(5): 1-14.
- Caicedo, O., Ruíz, I., Montece, F., Cadena, D. & Alcívar, A. (2020). Actualidad de las tecnologías de la información y comunicación TIC's en la producción agropecuaria. Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación 5(3): 134-144.
- Cáceres, V., García, S. 2022. Potencial de aplicación de la Agricultura 4.0 para la producción piña en Santander. Tesis Ing. Agr. Madrid, España. UTS. 83 p.
- De Clercq, M., Vats, A., Biel, A. 2018. Agriculture 4.0: The future of farming technology. World Government Summit. 45 p.

- Farias, A. 2021. Nuevas tecnologías y agricultura 4.0: impacto en los recursos humanos de la industria agrícola en Centroamérica. Tesis Ing. Agr. Madrid, España. UPC. 63 p.
- Fonseca, L. 2018. Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence* 12(1): 386–397.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2020. AGRICULTURE 4.0 Start Agricultural robotics and automated equipment for sustainable crop production. En S. Santos & J. Kienzle, Eds 24. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 85 p.
- Fettke, P. 2017. Big Data Industrie 4.0 und Wirtschaftsinformatik. *Vortrag vom 1(11): 374-377.*
- Gallinucci, E., Golfarelli, M., Rizzi, S. 2020. Mo. Re. Farming: A hybrid architecture for tactical and strategic precision agriculture. *Data and Knowledge Engineering* 129: 224-236.
- Gebbers, R., Adamchuk, V. 2020. Precision Agriculture and Food Security. *Science* 327 (5967): 828–831.
- González, F. 2020. Agriculture 4.0 the advance in models and new knowledge to improve production. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 844: 1-16.
- Herrera, F. 2017. Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana. Una aproximación teórica. *Gaceta Laboral* 12(1): 22-35.
- Mooney, P. 2022. La insostenible Agricultura 4.0. *Global Change*. México. 52 p.
- Mooney, P. 2020. La insostenible agricultura 4.0 - Digitalización y poder corporativo en la cadena alimentaria. Ciudad de México: Grupo ETC. 55 p.
- Montiel, A., Montalvo, N., Purroy, R., Fernández, G. 2020. Industria 4.0 como herramienta en la agricultura de precisión—monitoreo y control de producción

- agrícola: una síntesis de la literatura. *Tendencias en la investigación universitaria* 14(6): 35- 47.
- Ozdogan, B., Gacar, A., Aktas, H. 2017. Digital agriculture practices in the context of agriculture. *Journal of Economics, Finance and Accounting* 4(2): 184-191.
- Portilla, A. 2017. Nuevas tecnologías y agricultura 4.0: impacto en los recursos humanos de la industria agrícola en Centroamérica. ICADE. España. 63 p.
- Rose, D., Chilvers, J. 2018. Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 2(87): 88-97.
- Rose, D., Wheeler, R., Winter, M., Lobley, M., Chivers, C. 2020. Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet. *Land Use Policy*. 75 p.
- Rosmino, C. 2022. Agricultura 4.0: cómo llevar el sector agrario a otro nivel. *Tecnología Agrícola* 8(5): 12-22.
- Román, S. 2022. Agricultura 4.0, la asignatura pendiente. *Tecnología Agrícola* 10(6): 20-35.
- Rojko, A. 2017. Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *IJIM International Journal of Interactive Mobile Technology* 11(5): 1-10.
- Silveira, F. 2021. An overview of agriculture 4.0 development: Systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantage. *Computers and Electronics in Agriculture* 189: 1-14.
- Sponchioni, G., Vezzoni, M., Bacchetti, A., Pavesi, M., Renga, F. 2018. The 4.0 revolution in agriculture: a multi-perspective definition. *XXIV Summer School "Francesco Turco" - Industrial System Engineering* 20(10): 143-149.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., Bogaardt, M. 2017. Big Data in Smart Farming - A review. *Agricultural Systems* 153: 60-80.
- Zhai, Z., Martínez, J., Beltrán, V., Martínez, N. 2020. Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 180: 255-367.

