



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y**  
**VETERINARIA**  
**CARRERA DE AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito  
previo para obtener el título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**TEMA:**

Inteligencia artificial en el agro para mejorar la productividad  
sustentable agropecuaria del Ecuador.

**AUTORA:**

Kenya Estefanía Murrieta Ronquillo

**TUTORA:**

Lcda. Martha Viviana Uvidia Vélez, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2023

## RESUMEN

El desarrollo del presente caso de estudio surge de la necesidad de describir la aplicación de la inteligencia artificial en el sector agropecuario del Ecuador, además de su impacto en la mejora de la productividad y sostenibilidad en la producción agrícola. La implementación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, permiten la optimización de los procesos de producción, entre otros, llegando así a minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y la resolución de los desafíos que enfrenta el sector. La agricultura y sus tecnologías relacionadas, como sensores remotos, drones, permiten la recolección de información sobre el campo las 24 horas del día, monitorear la salud de las plantas, infestación de enfermedades, plagas, la condición del suelo, la temperatura, la humedad, entre otras. Se abordó el surgimiento de la agricultura digital con sus tecnologías, así obteniendo nuevos métodos computarizados para perfeccionar la producción y satisfacer la escaseces alimentaria, además de las posibilidades de implementación y adaptación, se describirán las herramientas relevantes de la inteligencia artificial en el agro, asimismo, se realizó un análisis de las limitaciones asimismo los desafíos que puedan presentarse en su implementación, se espera que este trabajo se considere que la implementación de la inteligencia artificial en el sector agropecuario podría llegar a ser de mucha utilidad para los productores ya que con estas mejorarían los indicadores de producción de los diferentes cultivos donde se puede ejecutar.

**Palabras clave:** inteligencia artificial, sustentable, agricultura, nuevas tecnologías

## SUMARY

The development of this case study arises from the need to describe the application of artificial intelligence in the agricultural sector in Ecuador, as well as its impact on improving productivity and sustainability in agricultural production. The implementation of advanced technologies such as artificial intelligence allows for the optimisation of production processes, among others, thus minimising negative impacts on the environment and resolving the challenges faced by the sector. Agriculture and its related technologies, such as remote sensors and drones, enable the collection of information on the field 24 hours a day, monitoring plant health, disease infestation, pests, soil condition, temperature, humidity, among others. The emergence of digital agriculture with its technologies was addressed, thus obtaining new computerised methods to improve production and meet food shortages, in addition to the possibilities of implementation and adaptation, the relevant tools of artificial intelligence in agriculture will be described, also, an analysis of the limitations and challenges that may arise in its implementation, it is expected that this work will be considered that the implementation of artificial intelligence in the agricultural sector could become very useful for producers as these would improve the production indicators of different crops where it can be executed.

**Keywords:** artificial intelligence, sustainable, agriculture, new technologies

## CONTENIDO

|   |     |
|---|-----|
| RESUMEN.....  | II  |
| SUMARY .....  | III |
| 1. CONTEXTUALIZACION .....  | 1   |
| 1.1. INTRODUCCIÓN .....   | 1   |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....  | 2   |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN.....   | 3   |
| 1.4. OBJETIVOS.....   | 4   |
| 1.4.1. Objetivo General .....   | 4   |
| 1.4.2. Objetivos Específicos.....   | 4   |
| 1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....  | 4   |
| 2. DESARROLLO.....  | 5   |
| 2.1. MARCO CONCEPTUAL.....  | 5   |
| 2.1.1. Inteligencia artificial aplicada en la agricultura.....                          | 5   |
| 2.1.2. Diferentes tecnologías de la Inteligencia Artificial.....                        | 6   |
| 2.1.2.1. Robótica agrícola .....  | 6   |
| 2.1.2.2. Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).....                                  | 8   |
| 2.1.2.3. Sistema de Información Geográfico (SIG) .....                                  | 9   |
| 2.1.2.4. Automatización de tareas agrícolas .....                                       | 12  |
| 2.1.2.5. Sensores para la agricultura .....   | 12  |
| 2.1.3. Futuro de la agricultura inteligente .....                                       | 13  |
| 2.1.4. Relación de la Inteligencia Artificial con la Agropecuaria sustentable.....      | 14  |
| 2.1.5. Beneficios de la aplicación de las tecnologías aplicadas en la agricultura ..... | 15  |
| 2.1.6. Aplicabilidad de la inteligencia artificial en cultivos de interés agrícola..... | 16  |
| 2.2. MARCO METODOLOGICO .....   | 18  |
| 2.3. RESULTADOS.....  | 19  |
| 2.4. DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....   | 21  |
| 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....   | 22  |
| 3.1 Conclusiones .....  | 22  |
| 3.2 Recomendaciones .....   | 23  |
| 4. REFERENCIAS Y ANEXOS.....  | 24  |
| 4.1 Referencias Bibliográficas .....  | 24  |
| 4.2 Anexos .....  | 30  |

## TABLA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Robots para agricultura .....                         | 7  |
| <b>Figura 2.</b> Sistemas de Apps relacionadas a la agricultura .....  | 9  |
| <b>Figura 3.</b> Los drones para la agricultura .....                  | 10 |
| <b>Figura 4.</b> Avance en tractores con GPS para lograr cosecha. .... | 11 |
| <b>Figura 5.</b> Sensores para la agricultura.....                     | 13 |

# 1. CONTEXTUALIZACION

## 1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la agricultura se enfrenta a muchos desafíos para extender su rendimiento, incluidos tratamientos inadecuados del suelo, infestación de enfermedades, plagas, por lo que la necesidad de utilizar el big data, es para lograr extraer información valiosa para la toma de decisiones en el sector agrícola, de esta manera ayuda a incrementar el conocimiento entre los agricultores y la ciencia de la tecnología. La Inteligencia Artificial en la agricultura es una realidad que juega un papel importante en la producción agrícola actual. En principio, se trata de implementar las tecnologías más avanzadas para aumentar la productividad y la sostenibilidad en el campo.

Se introdujeron nuevos métodos automatizados para optimizar la producción y satisfacer las necesidades alimentarias, las mismas que facilitan grandes oportunidades de empleo, trayendo una revolución agrícola en sectores del Ecuador. El uso de inteligencia artificial y de las nuevas tecnologías ha protegido el cultivo a través del rendimiento de varios factores como los cambios climáticos, y el incremento de la población (Bonilla y col 2021).

La inteligencia artificial no solo nos ayuda en todos los campos, sino que ahora se ha convertido en una necesidad en la agricultura, uno de los aspectos más importantes del uso de estos dispositivos y tecnologías es la recopilación, el procesamiento y el uso de la información. De esta manera, los agricultores tienen datos precisos y pueden tomar decisiones oportunas.

Aunque nuestro país es principalmente agricultura, la mayoría de los agricultores y profesionales agrícolas ponen resistencia al uso de la inteligencia artificial porque no entienden el manejo de las herramientas tecnológicas y están preocupados por el riesgo de pérdidas masivas de puestos de trabajo, pero por el otro lado tenemos personas que defienden ciegamente los beneficios de la inteligencia artificial (IA) porque facilita obtener mejores resultados en agricultura de los cultivos.

Las nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial, son parte de la solución de productividad basada en la información. Al manejar todas las variables, interpretar escenarios, modelar el contexto y asumir el uso de Inteligencia Artificial (IA), podrá establecer la combinación de insumos que mejor se adapta a cada requerimiento y así utilizar los recursos de manera más eficaz. Lo que permitirá al sector agropecuario duplicar su producción de manera sustentable propiciando un negocio más beneficioso. La sostenibilidad se entiende como un sistema de métodos de cultivo ecológico, basado en innovaciones tecnológicas y científicas, con ayuda se pueden producir alimentos saludables.

Por ello, este trabajo investigativo pretende ayudar a los agricultores y profesionales a manejar estas herramientas tecnológicas, así como capacitarlos en el manejo de la inteligencia artificial para optimizar aún más su productividad y rendimiento en los principales cultivos.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A pesar de que el sector agropecuario es un pilar fundamental de la economía del Ecuador, enfrenta retos importantes en técnicas de productividad y sostenibilidad. La presión sobre los recursos naturales, la falta de acceso a tecnologías avanzadas y la escasa capacitación de los productores son algunos de los factores que limitan el potencial del sector.

La implementación de la inteligencia artificial en la agricultura puede ser una solución para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la producción agrícola. Sin embargo, se requiere de ciertas investigaciones para determinar cuáles son las tecnologías de inteligencia artificial más adecuadas para el sector agropecuario y cómo pueden ser implementadas de manera efectiva para mejorar la producción en el Ecuador.

La mayor parte de los agricultores tienen poca comprensión sobre el manejo de las tecnologías, desconocen cuál es el potencial de la inteligencia artificial en el agro del Ecuador y cómo pueden ser implementadas las tecnologías de inteligencia artificial para mejorar la productividad y la sostenibilidad del sector agropecuario. De este modo la implementación de las diferentes herramientas y sus técnicas que

permitan destacar las problemáticas que se presentan en el agro, logrando que los productores decidan innovar para ingresar en el mundo de la inteligencia artificial, y de esta forma hacer que la productividad sea más sustentable en los cultivos.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La necesidad de optimizar la producción de cultivos y el uso de la tecnología dado lugar a la implantación de la inteligencia artificial en el sector agropecuario del Ecuador puede generar importantes beneficios en términos de productividad y sostenibilidad. El uso de estas herramientas ayuda a resolver problemas en la agricultura, en definitiva, cuantos más datos similares reciba el sistema, podrá clasificarlos en un determinado protocolo y predecir diferentes respuestas posibles. Además, la implementación de sistemas de inteligencia artificial logra brindar a los agricultores una mayor capacidad para tomar decisiones.

La inteligencia artificial permite la implementación de nuevas tecnologías para mejorar la productividad en la agricultura. Esto se traduce en una innovación digital que impacta positivamente en la toma de decisiones y proporciona soporte a los productores a la optimización de los procesos de producción y minimizar los impactos negativos en el medio ambiente, con la creciente demanda mundial de alimentos de presión sobre los recursos naturales, el uso de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial puede a informar y encontrarse los retos que enfrenta este sector, durante la producción.

Por lo tanto, la investigación aborda el surgimiento de la agricultura digital y sus tecnologías relacionadas, siendo esto de ayuda a una serie de resultados necesarios ah analizar el potencial de la inteligencia artificial en el agro del Ecuador y las oportunidades que ofrece para optimizar la productividad y la sostenibilidad. Como herramientas relevantes se puede destacar la implementación de sensores remotos o drones que pueden recolectar información las 24 horas del día sobre un campo completo, estas estrategias modernas pueden monitorear la salud de las plantas, la condición del suelo, temperatura, humedad, entre otras.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Describir la inteligencia artificial en el agro para mejorar la productividad sustentable agropecuaria del Ecuador.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Identificar las diferentes tecnologías de inteligencia artificial en el agro para mejorar la parte productiva y sustentable en el sector agropecuario.
- ✓ Reconocer los beneficios de aplicaciones de las tecnologías artificiales en los principales cultivos del Ecuador.

## **1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**Dominio:** Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y Biotecnología

**Líneas:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable  
Biotecnología vegetal y animal.

**Sublínea:** Agricultura sostenible y sustentable

## 2. DESARROLLO

### 2.1. MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1.1. Inteligencia artificial aplicada en la agricultura

Cuando se menciona la inteligencia artificial, nos referimos a aquellos sistemas informáticos que son capaces de detectar el entorno, pensar, aprender y tomar decisiones en función de la entrada y los objetos recibidos. Se dividen en cuatro tipos principales: inteligencia asistida, inteligencia aumentada, inteligencia automatizada e inteligencia autónoma. Con la inteligencia artificial, las máquinas pueden aprender de la experiencia, adaptarse y comportarse como humanos, alimentando sistemas con poder de procesamiento ilimitado y crecimiento de big data (Hernández 2022).

**Inteligencia Asistida.** - Es un enfoque que combina el conocimiento humano y la tecnología, se basa en el uso de máquinas para facilitar las tareas cotidianas, aumentando la eficiencia y precisión de los procesos, sin embargo, el individuo sigue siendo responsable de aplicar la inteligencia humana al proceso, se puede lograr una tarea más fácil de usar (González 2021).

**Inteligencia Aumentada.** - En la agricultura puede ser una herramienta potencial para la agricultura de precisión, ya que permite a los agricultores observar las superficies de los campos en tiempo real y detectar problemas (López 2020).

**Inteligencia Automatizada.** - La agricultura automatizada promete cambiar la forma en que se producen alimentos de alta calidad, utilizando menos recursos, menos procesamiento y menos mano de obra (Redacción 2022).

**Inteligencia Autónoma.** - Las máquinas agrícolas autónomas utilizan energía renovable y pueden tomar decisiones por sí mismas, lo que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y aumenta la eficiencia y la productividad en el campo sin intervención humana (Díaz 2022).

Oxford Dictionary (2021): “La inteligencia artificial es la capacidad de una máquina para imitar el comportamiento inteligente humano, como el aprendizaje, el razonamiento y la resolución de problemas.”

La implementación de la (IA) en el sector agrícola se ha vuelto evidente, actualmente, la agricultura se enfrenta a diversos obstáculos para aumentar su producción, tales como el uso inadecuado del suelo y la aparición de enfermedades y plagas, entre otros. La automatización en la agricultura se ha vuelto una preocupación importante, ya que los métodos tradicionales utilizados por los agricultores resultan insuficientes para satisfacer la creciente demanda de una población en aumento (Bonilla y col 2021).

### **2.1.2. Diferentes tecnologías de la Inteligencia Artificial**

En los últimos tiempos, se ha incluido la automatización en la agricultura y se prevé que los robots agrícolas tendrán un papel primordial en la producción de alimentos en el futuro, esta transición hacia la automatización en la agricultura permitiendo producir más alimentos con menos esfuerzo. Varias empresas importantes emplean IA y aprendizaje automático en sus equipos, lo que ayuda a los agricultores a tener éxito en sus cultivos para reducir su impacto en el medio ambiente y la tierra. De esta manera se ha logrado alcanzar una velocidad que supera la capacidad humana, lo que permite la realización de acciones agrícolas a gran escala. Los robots pueden resolver problemas financieros con el objetivo de promover la sostenibilidad en la agricultura (FIA 2017).

#### **2.1.2.1. Robótica agrícola**

Según Maja y col (2018), mencionan que la robótica agrícola se está convirtiendo en una herramienta cada vez más importante en la agricultura moderna. Los robots agrícolas pueden realizar una amplia variedad de tareas, desde la siembra, el cuidado de los cultivos hasta la cosecha y la clasificación de los productos. Estos robots pueden mejorar significativamente la eficiencia y la precisión de la producción agrícola, al tiempo que reducen el costo y el impacto ambiental. Además, los robots pueden ser programados para trabajar las 24 horas del día, lo que aumenta la velocidad de producción para reducir el tiempo de inactividad.

- **Robots autodirigidos**

Los robots son ampliamente utilizados en la fabricación de alimentos, pero su uso en el campo y los invernaderos para contribuir al ciclo productivo agrícola sigue siendo limitado. A pesar de esto, la tecnología robótica en el sector agrícola se encuentra en un estado avanzado de desarrollo, con algunos productos ya disponibles en el mercado y otros validados en prototipos. Debido a la creciente necesidad de aumentar la producción agrícola sin aumentar el consumo de recursos y minimizando el impacto ambiental, parece inevitable que la agricultura tenga que pasar de la mecanización a la automatización. En este contexto, la robótica agrícola desempeñará un papel importante (Barrientos y col 2016).

- **Robot cosechador automático**

Las cosechadoras automáticas emplean una combinación de cámara con visión artificial y herramientas de agarre para recolectar frutas y verduras de manera precisa, para algunos cultivos, la tarea es relativamente simple; esto se puede lograr emitiendo láseres sobre el cultivo y midiendo el reflejo, algunos robots utilizan la visión artificial para detectar diferentes longitudes de onda de la luz reflejada en las hojas y frutos, lo que permite identificar colores específicos; esta tecnología es especialmente útil en los sectores de cosecha constante, como la hidroponía, además, algunos robots también pueden detectar la radiación térmica que emiten las frutas en comparación con las hojas (Slater 2021).



**Figura 1.** Robots para agricultura

**Fuente:** (Pelegrí 2022)

### **2.1.2.2. Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**

Este tipo de sistemas ha sido el pilar de la agricultura de precisión en los últimos años: hace un par de décadas eran soluciones muy complejas y de muy alto costo, pero hoy están al alcance de todo el mercado, incluyendo los pequeños agricultores. En la actualidad, es posible disfrutar de un funcionamiento basado en el geoposicionamiento global incorporando sencillos pero precisos dispositivos GPS en diferentes máquinas y recursos técnicos. Incluso, estos pueden configurarse para crear cercas de geoposicionamiento que señalan a los tractores en que zonas de las parcelas operar para optimizar el tiempo de trabajo, las aplicaciones y el funcionamiento en general (Neves 2021).

La inteligencia artificial expande las posibilidades de generar valor en la agricultura, siendo preciso para afrontar la transición ecológica. La reducción de materias y la automatización de las tareas son dos de sus funcionalidades. La digitalización ha traído consigo nuevos términos al vocabulario empleado en la agricultura. Hoy en día es común escuchar: agricultura de precisión, sensórica, realidad aumentada y/o virtual, internet de las cosas, análisis masivo de datos o Agricultura 4.0. Aunque hay uno que destaca por encima de todos: inteligencia artificial (Castillo 2022).

La inteligencia artificial ha hecho que se hayan desarrollado varias aplicaciones (apps) sobre agricultura; son muchos los ejemplos relacionados con apps sobre temas de interés agronómico, el software para la agricultura es un descubrimiento reciente del mundo digital que combina la cibernética y la agronomía. Las aplicaciones digitales simplifican la vida de los agricultores y las innovaciones inteligentes hacen que sus negocios sean más cómodos, seguros y rentables (Elijah 2020).



**Figura 2.** Sistemas de Apps relacionadas a la agricultura

**Fuente:** (MAG 2020)

Según Sergieieva (2020), menciona que, entre otras tecnologías de agricultura inteligente, los agricultores han elegido cinco que consideran las mejores y estas son:

### **2.1.2.3. Sistema de Información Geográfico (SIG)**

La tecnología agrícola basada en el software del SIG, aunque no es nueva, se ha vuelto muy útil en la agricultura de precisión, ya que los campos están basados en la localización. Al emplear el software del SIG, los agricultores pueden cartografiar los cambios actuales y futuros en las precipitaciones, temperatura, rendimiento de los cultivos, salud de las plantas, entre otros factores. Además, la agricultura basada en los SIG permite la utilización de satélites y aviones teledirigidos para recopilar datos valiosos sobre la vegetación, mejorando significativamente la precisión de la toma de decisiones en la agricultura (Webmaster 2022).

- **Datos obtenidos por satélite**

La tecnología en la agricultura ha permitido la predicción del rendimiento del campo y la vigilancia en tiempo real de varias amenazas gracias a la información proporcionada por los datos de satélite, los sensores de imágenes en diversos espectros permiten varios índices espectrales en la agricultura, como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, que detecta la cantidad de vegetación, plantas marchitas y la salud general de las plantas. Otros índices útiles como el Índice de Contenido de Clorofila del Dosel, que ayuda en la aplicación de nutrientes

y el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo Modificado, que minimiza el impacto del suelo en las primeras etapas de desarrollo de las plantas, esta tecnología mejora la eficiencia y ayuda a tomar decisiones informadas en la gestión de los cultivos; además, la lista de índices que se pueden aplicar sigue aumentando (Boix 2016).

- **Drones**

Los agricultores cuentan con una tecnología avanzada como los drones, que les permite obtener información precisa sobre la altura de las plantas, la presencia de maleza y la humedad del suelo en diferentes áreas del campo. Los drones son altamente eficaces en proporcionar datos en tiempo real y de manera más rápida que los métodos tradicionales como la exploración manual. Esta herramienta se ha convertido en un recurso insustituible para la agricultura moderna, ya que es fácil de usar y puede recopilar una gran cantidad de datos en períodos cortos de tiempo (Berrío y col 2018).



**Figura 3.** Los drones para la agricultura

**Fuente:** (Arvensis Agro 2020).

- **Agricultura de precisión**

Este tipo de agricultura mide la calidad del cultivo, el suelo y los factores climáticos para aplicar el mejor tratamiento en el momento y lugar adecuado. La

agricultura de precisión es aquella que se puede monitorear por satélites, analiza datos y pone a trabajar a los robots, es una gestión agrícola que tiene en cuenta el crecimiento de los cultivos, las condiciones de la superficie del terreno o las del clima, además se aleja de las aplicaciones más tradicionales, estos métodos implican tomar las mejores decisiones, en otras palabras, se trata de actuar exactamente donde se necesita, utilizando herbicidas o fertilizantes solo donde se necesitan (Communications 2021).

Desde un punto de vista económico, la agricultura de precisión se puede definir simplemente como la producción agrícola eficiente o el uso correcto de las materias primas en un tiempo y espacio determinado, para optimizar la producción y reducir los desechos, esta precisión también requiere estrategias de gestión dirigidas a aumentar la productividad y reducir económicamente el impacto ambiental (Conroy 2017).

Hoy, esta disciplina agrícola se completa con una imagen futurista: una granja totalmente digital monitoreada por sensores, técnicos que supervisan los datos en computadoras o teléfonos móviles y siguen las recomendaciones de algoritmos de "machine learning", tractores con GPS, drones que se suman a la agricultura tradicional. Además, tiene como objetivo optimizar el uso de materias primas agrícolas (semillas, agroquímicos y fertilizantes) de acuerdo con los cambios de variabilidad territorial y temporales climáticos en la producción agrícola; La agricultura de precisión es una de las herramientas que puede ayudar a solucionar los problemas de seguridad alimentaria (Communications 2021).



**Figura 4.** Avance en tractores con GPS para lograr cosecha.

**Fuente:** (Mosquera 2021)

La agricultura está siendo impulsada hacia un futuro prometedor gracias a las nuevas tecnologías que se están desarrollando a pasos agigantados. En la actualidad, estas tecnologías brindan una valiosa ayuda a los agricultores, ya que les permiten optimizar los insumos, simplificar la gestión y aumentar la productividad. Además, el incremento en el rendimiento y la reducción de los costes de mantenimiento contribuyen a mejorar los márgenes de beneficio. En este contexto de soluciones inteligentes, la agricultura de precisión se ha convertido en una herramienta esencial de tecnología agrícola para los agricultores actuales y futuros (Sergieieva 2020).

#### **2.1.2.4. Automatización de tareas agrícolas**

En la actualidad los desarrolladores de estas tecnologías necesitan hacer mucho más, con menos recursos como, por ejemplo: el agua, suelo y clima son elementos cada vez más limitados, en el futuro se precisa de un sistema agrícola que produzca un 50 % más de alimentos para abastecer a los 9 000 millones de individuos que habitarán el planeta en 2050. El uso mundial de robots a nivel industrial se ha duplicado desde 2010 y sólo entre 2014 y 2015 aumentó 12 % (Agtech 2017).

El año 2020, la pandemia hizo que la atención se centrara en la agricultura para garantizar los suministros de alimentos. La agricultura respondió bien a esta situación de emergencia, demostrando la importancia vital que tiene este sector para la supervivencia de la sociedad. Sin embargo, a pesar del éxito del sector, todavía hay un importante desafío que enfrentar: la necesidad de transformación digital en la agricultura (Marcen 2021).

#### **2.1.2.5. Sensores para la agricultura**

Los sensores para la agricultura han permitido el camino para la digitalización de los productores, ya que proporcionan información importante para evaluar el estado de los cultivos, después de analizar y comparar los datos, los agricultores pueden planificar intervenciones específicas para mejorar la salud de los cultivos. Además, estos dispositivos permiten recopilar información detallada y en tiempo real sobre las condiciones del suelo, humedad del aire, temperatura y velocidad del viento, lo que permite una gestión óptima para prevenir el estrés en

los sembríos. La disponibilidad de esta información también puede sentar las bases para la implementación de modelos predictivos que evalúen el crecimiento de los cultivos y la presencia de enfermedades (Sgargi 2022).



**Figura 5.** Sensores para la agricultura.

**Fuente:** (Sgargi 2022).

### **2.1.3. Futuro de la agricultura inteligente**

La implementación de la agricultura inteligente es el futuro de la producción agrícola, ya que permite a los agricultores gestionar eficazmente la producción y satisfacer la creciente demanda de la población, al mismo tiempo que se crea un entorno humano y ecológico; las tecnologías modernas ofrecen a los agricultores amplias capacidades para controlar, monitorear, planificar y explorar sus cultivos. La transmisión de la agricultura inteligente está estrechamente ligada al desarrollo de la tecnología, especialmente de las soluciones de satélite. Los satélites modernos y multifuncionales pueden contribuir significativamente a optimizar las actividades agrícolas y convertirse en una parte clave en la toma de decisiones para la producción (Cherlinka 2022).

La digitalización genera cambios auténticos en la economía incluyendo los sistemas alimentarios, en general tienen impacto real en productividad y fortalecen los vínculos con los proveedores de productos y de servicios. La crisis sanitaria generada por la pandemia del coronavirus (COVID-19) ha apresurado el proceso de digitalización de la sociedad, el alcance de esas acciones ha estado restringido por diversas brechas digitales, muy restrictivas en el mundo de la agricultura y la

ruralidad. Estas innovaciones incluyen todos los eslabones del sistema alimentario (Sotomayor y col 2021).

#### **2.1.4 Relación de la Inteligencia Artificial con la Agropecuaria sustentable**

La agricultura sostenible es un sistema de producción que mantiene su productividad, rentabilidad y crecimiento, al mismo tiempo que proporciona alimentos de alta calidad y promueve ecosistemas saludables y el manejo sostenible de los recursos naturales. No se limita a la agricultura orgánica, sino que también permite el uso juicioso de materias primas no orgánicas que tienen un bajo impacto ambiental (Rizo 2018).

La sostenibilidad de los sistemas agropecuarios depende del equilibrio entre el uso de los recursos y la producción, combinando tecnologías de insumos y procesos de bajo costo para conservar los recursos productivos, proteger el medio ambiente, lograr la calidad de la producción, satisfacer las necesidades sociales y ser económicamente competitivos (Álvarez y col 2018).

El uso de tecnologías como la inteligencia artificial y la robótica en la agricultura no solo puede aumentar la eficiencia y la productividad, sino también contribuir a la sostenibilidad y el equilibrio de los ecosistemas al tomar decisiones basadas en datos precisos y reducir el impacto negativo en el medio ambiente (Ortiz 2021).

La innovación y la tecnología son esenciales para la agropecuaria, la implementación de las IA puede ayudar a alimentar a más de 10.000 millones de personas. La historia de esta industria se caracteriza por la necesidad de evolucionar y adaptarse para ser más eficientes, producir más, combatir enfermedades, plagas y la pérdida de tierras fértiles, lo que convierte a la agricultura en una de las industrias más difíciles de cuantificar estadísticamente. por su imprevisibilidad (Mercado de la Cosecha 2020).

### **2.1.5. Beneficios de la aplicación de las tecnologías aplicadas en la agricultura**

Que la robótica agrícola ha permitido la reducción del uso de pesticidas, siendo muy efectivos en la aplicación precisa y controlada de pesticidas, reduciendo significativamente la cantidad de productos químicos utilizados y minimizando el impacto ambiental. Además, los robots pueden realizar esta tarea con mayor velocidad y precisión que los humanos, cuando el robot detecta un obstáculo imprevisto, se debe desviar de su trayectoria original, sin embargo, estos pueden llegar a reducir los costos de mano de obra y aumenta la eficiencia de la producción agrícola (Chakraborty y col 2022).

En varios países del mundo, la agricultura se considera un pilar fundamental de su economía. Sin embargo, en la industria agroalimentaria enfrenta retos importantes como el cambio climático, el aumento de la población y la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria, lo cual ha llevado a buscar nuevas estrategias innovadoras para mejorar el rendimiento de los cultivos. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) presentan nuevos enfoques para la prestación de servicios llegando a ser esta la oportunidad para acelerar el desarrollo agrícola hacia sistemas más sostenibles e integrado gracias a las tecnologías (Vorónezh 2018).

El MAG (2023), menciona que las aplicaciones más relevantes de la Inteligencia artificial en la agricultura, lo que permite monitorear la sanidad de los cultivos, por último, el análisis predictivo, es mediante el uso de modelos de aprendizaje automático para monitorear, así como predecir impactos de las condiciones ambientales sobre el desempeño y el rendimiento de la producción.

Calvo (2022), destaca que los beneficios de la obtención de datos mediante el uso de inteligencia artificial en la agricultura como, la disponibilidad de información permitiendo tomar decisiones más certeras en un entorno donde muchos factores afectan el éxito del cultivo, además, el uso de la IA contribuye al medio ambiente y a la sostenibilidad económica, lo que nos permitiría la adecuación de los cultivos, el uso del riego y productos fitosanitarios, traduciéndose en importantes ahorros y consecuencias económicas positivas para los productores,

se menciona la seguridad alimentaria, ya que la tecnología permite llevar un control exhaustivo en la post cosecha, lo que garantiza la calidad e inocuidad de los productos para el consumidor final.

#### **2.1.6. Aplicabilidad de la inteligencia artificial en cultivos de interés agrícola.**

La agricultura es una industria afectada por las tecnologías de inteligencia artificial para mejorar la productividad y brindar soluciones innovadoras, como la agricultura de precisión, para abordar desafíos clave en la sostenibilidad de los cultivos. La IA se está utilizando para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la agricultura para abordar los desafíos actuales y futuros en la producción de alimentos. La iniciativa está revolucionando el sector agrícola al ofrecer soluciones innovadoras, sostenibles y eficientes (FIBK 2022).

- **Banano**

El cultivo de banano es una actividad económica importante que enfrenta diversos desafíos, como enfermedades y plagas, así como la necesidad de una gestión eficiente de los recursos naturales. Para abordar estas dificultades, los científicos han utilizado la Inteligencia Artificial para crear herramientas que facilitan la detección de enfermedades y plagas en los cultivos de banano, evitando pérdidas millonarias. La tecnología se ha vuelto más accesible y ahora se encuentra disponible en aplicaciones como Tumaini, diseñada para ayudar a los pequeños productores de banano a detectar brotes y evitar la propagación de enfermedades y plagas de esta manera controlar rápidamente además de un monitoreo y control a gran escala, facilitando una respuesta para los productores de banano (ON 2019).

- **Cacao**

La producción efectiva en el cultivo del cacao requiere del control de diversos factores como temperatura, humedad y condiciones del suelo, estos pueden ser monitoreados por sensores que miden diversas variables, la temperatura ideal para el cultivo del cacao es de 22 a 30 grados centígrados, también es importante la humedad anual la precipitación pluvial es óptima entre 1500 y 2500 mm y es

importante que el suelo tenga las condiciones químicas y de materia orgánica adecuadas para una mayor actividad biológica. La inteligencia artificial y el análisis de datos permiten realizar pronósticos agrícolas y de mercado, predecir patrones climáticos cambiantes con diferentes problemas de plagas y enfermedades, todo lo cual contribuye a una producción de cacao eficiente y de alta calidad (Ortega y col 2019).

- **Palma aceitera**

En la industria de agroprocesamiento de la palma aceitera, la tecnología avanzada es esencial para garantizar la sostenibilidad y la vitalidad de la industria. Una medida importante es recopilar información de las plantaciones utilizando tecnologías geoespaciales y técnicas de inteligencia artificial como el aprendizaje automático para procesar señales e imágenes capturadas por sensores, para promover el establecimiento de plantaciones digitales, generar mapas y bases de datos utilizando tecnologías de manejo de cultivos y varios sensores en las plataformas. Estas tecnologías permiten una mejor gestión de cultivos, predicción de problemas y comprensión de las plantaciones, lo que ayuda a lograr una producción más sostenible y eficiente (Mohd y col 2019).

- **Arroz**

Las tecnologías avanzadas como la robótica y el aprendizaje automático también se pueden utilizar en el cultivo de arroz. Por ejemplo, los robots podrían programarse para realizar tareas repetitivas en el cultivo de arroz, como plantar, cosechar, detectar y tratar enfermedades del arroz de manera más efectiva. Además, las técnicas de teledetección y los sensores geoespaciales se pueden utilizar para controlar y optimizar el riego como la fertilización de los cultivos de arroz, lo que se traduce en un uso más eficiente de los recursos y una eficiente producción más sostenible y rentable (Noticias 2018).

## **2.2. MARCO METODOLOGICO**

Para la elaboración de este documento se recopilará información de textos actualizados, bibliotecas virtuales, revistas, páginas web y artículos científicos que faciliten el estudio de las diferentes aplicaciones de inteligencia artificial para lograr tener un mayor impacto en la productividad sustentable.

La investigación se desarrollará como un componente no experimental de carácter bibliográfico, utilizando los métodos de análisis, síntesis y síntesis de la información obtenida.

### 2.3. RESULTADOS

La implementación de la tecnología con inteligencia artificial en el sector agropecuario en Ecuador como la robótica agrícola, sistemas de posicionamiento global (GPS), sistema de información geográfico (SIG), la automatización de tareas agrícolas y sensores para la agricultura; utilizados de manera correcta, permiten una mayor eficiencia en las labores en las cuales son utilizadas, mejorar la productividad del sector agrícola, como también contribuir en el desarrollo sostenible de la agricultura moderna. Mediante el uso de técnicas de inteligencia artificial para optimizar los recursos naturales como el agua y los fertilizantes, así los agricultores pueden reducir su huella de carbono y minimizar el impacto negativo de la agricultura en el medio ambiente. De esta manera, la transformación digital puede promover una agricultura más sostenible y responsable en el país.

Las tecnologías de inteligencia artificial como drones, automatización de tareas y sensores en la agricultura puede mejorar la eficiencia agrícola, reducir el consumo de recursos y reducir el impacto ambiental, una agricultura inteligente y sostenible depende de la implementación responsable de la inteligencia artificial ya que es un futuro prometedor para el agricultor lo que permitiría tomar decisiones informadas y eficientes en cuanto a los recursos y la calidad de la producción, estas soluciones tecnológicas pueden contribuir a la sostenibilidad de la agricultura y la ganadería, con un impacto positivo en la economía en general.

La inteligencia artificial en la agricultura es cada vez más relevante. En este sentido, el cultivo de banano se beneficia de la detección de enfermedades y plagas mediante la IA. La tecnología también se aplica en la producción de cacao para controlar diversos factores como la temperatura, humedad y condiciones del suelo. Asimismo, la palma aceitera aprovecha tecnologías geoespaciales y técnicas de IA para recopilar información de las plantaciones y generar mapas y bases de datos, lo que permite una mejor gestión de los cultivos y una producción más sostenible. En cuanto al arroz, la robótica y el aprendizaje automático se utilizan para tareas repetitivas como plantar y cosechar, para detectar y tratar enfermedades de manera más efectiva. De esta manera, la IA contribuye a mejorar la productividad y sostenibilidad de los cultivos agrícolas.

La implementación de tecnologías de inteligencia artificial en la agricultura puede beneficiar a los agricultores y a la economía en general, por lo tanto, puede mejorar la calidad de los alimentos, promover su innovación podría generar la competitividad en el mercado agrícola ecuatoriano, así mismo resaltando que la inteligencia artificial tiene un gran potencial para mejorar la productividad del sector agropecuario, lo que puede contribuir al desarrollo social - económico del país.

## 2.4. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La implementación de la inteligencia artificial en la agricultura puede tener numerosos beneficios, incluyendo una mayor eficiencia y una reducción en los costos. Según Berrío y col (2018), el uso o la implementación de tecnologías innovadoras en la agricultura tiene como objetivo mejorar la productividad, además de reducir los gastos en la producción, por lo que la inteligencia artificial puede mejorar la precisión en las decisiones de la agricultura, de forma rápida las condiciones de desarrollo del cultivo; las investigaciones han demostrado que el uso de la inteligencia artificial ha aumentado significativamente y ha contribuido a hacer de la agricultura una actividad más sostenible.

Si bien el uso de estas tecnologías avanzadas puede beneficiar a los agricultores, también es importante considerar los desafíos asociados con su implementación. Según Pelegrí (2022), la implementación de la inteligencia artificial en la agricultura tiene un gran potencial en aumentar la eficiencia y la sostenibilidad del sector agrario, así como promover la innovación y la competencia en el mercado, las soluciones tecnológicas que podrían implementarse, tales como los robots que son capaces de clasificar las cosechas, los drones ayudan a la optimización de los cultivos además de monitorear el riego y a detectar las condiciones climáticas en las que se encuentra.

La sostenibilidad es un elemento fundamental para la producción agropecuaria, la inteligencia artificial podría ser una herramienta esencial para mejorar la productividad y sostenibilidad de este sector. De acuerdo con Chakraborty y col (2022) los robots terrestres se han desarrollado para diversas aplicaciones en la agricultura, y uno de los mayores desafíos es lograr su navegación autónoma, ya que se espera que la producción de alimentos aumente en un 70 % para 2050 para satisfacer las necesidades de una población mundial en crecimiento, las innovaciones científicas y tecnológicas, sin embargo, es necesario que se utilicen de manera responsable y sostenible para garantizar la producción agrícola a largo plazo.

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1 Conclusiones**

La aplicación de la inteligencia artificial en el sector agrícola puede llegar a tener un impacto significativo en la productividad sostenible del sector agropecuario del Ecuador, dado que nos permite tomar decisiones precisas en relación a lo rentable para el productor en lo referente a: la aplicación de los fertilizantes, los pesticidas y otros insumos o herramientas aplicadas a la agricultura, lo que puede conducir a una reducción en los costos y una mayor eficiencia en los cultivos.

El desarrollo de tecnologías de inteligencia artificial en la agricultura ecuatoriana puede tener un impacto significativo en la sostenibilidad y productividad del sector agrícola, ayudado por soluciones tecnológicas como drones, automatización de tareas, sensores y software GIS, los cuales pueden tomar decisiones acertadas en cuanto al uso de fertilizantes, pesticidas, así mismo a tomar de decisiones que pueden reducir costos y aumentar la eficiencia de los cultivos.

Estas tecnologías benefician tanto a los grandes productores como a los pequeños agricultores, promoviendo una producción más eficiente y rentable y un manejo más responsable de los recursos naturales. Por tanto, la aplicación de la inteligencia artificial en la agricultura puede ser una solución innovadora y sostenible a los retos actuales y futuros de la producción de alimentos.

En el Ecuador, los avances del uso de las tecnologías de inteligencia artificial han optimizado los procesos de monitoreo, control, así como la gestión de las actividades agrícolas, lo que permite una mejor utilización de los recursos disponibles y una mayor eficiencia en la producción.

### **3.2 Recomendaciones**

Con base en la revisión bibliográfica, se entiende que se deben crear condiciones para la inserción de tecnologías de inteligencia artificial, que pueden cambiar la forma en que se produce y gestiona la agricultura en el país, generando beneficios económicos, sociales y ambientales, se pueden plantear las siguientes recomendaciones para la implementación de la inteligencia artificial:

- Promover los sistemas de inteligencia artificial, identificando así la tecnología más adecuada a las necesidades y desafíos específicos de cada subsector agrícola.
- Capacitar a los agricultores, técnicos y especialistas en el uso y gestión de tecnologías de inteligencia artificial y los grandes beneficios que nos ofrece en la agricultura.
- Realizar investigaciones y estudios que permitan evaluar el impacto de la inteligencia artificial en la productividad y sostenibilidad del sector agrícola, para optimizar su uso y gestión en el futuro.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1 Referencias Bibliográficas

- AGTECH. 2017. El avance de la automatización en la agricultura. *Redagícola Chile*. <https://www.redagricola.com/cl/el-avance-de-la-automatizacion-en-la-agricultura/>
- Álvarez, H., Larripa, M. & Nalino, M. 2018. Sustentabilidad de los Sistemas de Producción Agropecuaria. *Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario*. <https://fcagr.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/05/Sustentabilidad-de-los-sistemas-agropecuarios.pdf>
- Arvensis Agro. 2020. Los drones para la agricultura. *ARVENSIS AGRO S.A.* <https://www.arvensis.com/es/blog-los-drones-para-la-agricultura/>
- Barrientos A., & Del Cerro J. 2016 El uso de robots en tareas agrícolas. *Canales sectoriales Interempresas*. <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/151745-El-uso-de-robots-en-tareas-agricolas.html>
- Berrío, M. V., Alzate, D. F. V., Ramón J. A. V., Ramón J. L. V., 2018. Sistema de optimización de las técnicas de planificación en agricultura de precisión por medio de drones. Vol. 39 (Nº 45) *Revistaespacios.com*. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n45/a18v39n45p18.pdf>
- Boix, L. 2016. INTEGRACIÓN DE SENSORES Y USO DE ÍNDICES DE VEGETACIÓN PARA EVALUAR LA PRODUCCIÓN EN PLANTACIONES DE CÍTRICOS EN MÁLAGA. *Universidad de Malaga. Uma.es*. [https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/11250/TD\\_Boix.pdf?sequence=1](https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/11250/TD_Boix.pdf?sequence=1)
- Bonilla, J., Dávila, F & Villa, M. 2021. Estudio del uso de técnicas de inteligencia artificial aplicadas para análisis de suelo para el sector agrícola. Vol. 5, Núm 1. *Recimundo*. <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/978>

- Bonilla, S., J. S., Dávila, R., F. A., & Villa, Q., M. W. 2021. Estudio del uso de técnicas de inteligencia artificial aplicadas para análisis de suelos para el sector agrícola. Análisis del comportamiento de las líneas de crédito a través de la corporación financiera nacional y su aporte al desarrollo de las PYMES en Guayaquil 2011-2015. *ReciMundo*. <https://doi.org/10.26820/recimundo/5>.
- Calvo, A. 2022. Mejoras de la inteligencia artificial en la agricultura. *Agroptima*. <https://www.agroptima.com/es/blog/mejoras-de-la-inteligencia-artificial-en-la-agricultura/>
- Castillo, F. J. D. 2022. Cinco aplicaciones de la inteligencia artificial en agricultura. *Plataforma tierra*. <https://www.plataformatierra.es/innovacion/IA-inteligencia-artificial-aplicaciones/>
- Chakraborty, S., Elangovan, D., Govindarajan, P. L., ELnaggar, M. F., Alrashed, M. M., & Kamel, S. 2022. A Comprehensive Review of Path Planning for Agricultural Ground Robots. *Sustainability*. *MDPI*. <https://doi.org/10.3390/su14159156>
- Cherlinka, V. 2022. Agricultura Inteligente: Cómo Implementarla Y Sus Beneficios. *EOS Data Analytics*. <https://eos.com/es/blog/agricultura-inteligente/>
- Communications. 2021. ¿Qué es la agricultura de precisión? La gestión digital del campo. *BBVA*. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-agricultura-de-precision-la-gestion-digital-del-campo/>
- Conroy, H. V. 2017. Agricultura de precisión: una posible respuesta al cambio climático y a la seguridad alimentaria. *Sostenibilidad. Blogs. Banco Interamericano de Desarrollo ("BID")*. <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/agricultura-de-precision-una-posible-respuesta-al-cambio-climatico-y-a-la-seguridad-alimentaria-pero-es-asequible-para-todos-2/>
- Díaz, F. J. C. 2022. Cinco aplicaciones de la inteligencia artificial en agricultura. *Tierra*. <https://www.plataformatierra.es/innovacion/IA-inteligencia-artificial-aplicaciones/>

- Elijah, R. 2020. Software Agrícola: Aplicaciones Para Una Gestion Eficaz. *EOS Data Analytics*. <https://eos.com/es/blog/software-agricola/>
- FIA. 2017. Mejora genética del membrillo en Chile. *Fundación para la Innovación Agraria. OPIA*. <https://opia.fia.cl/601/w3-article-116120.html>.
- FIBK.2022. Agritech: la inteligencia artificial revoluciona la agricultura. *Fundación Innovación Bankinter*. <https://www.fundacionbankinter.org/noticias/agritech-inteligencia-artificial-revoluciona-agricultura/>
- González, R. 2021. Inteligencia artificial vs inteligencia asistida ¿Cómo hacerlas funcionar? *Big Data Magazine*. <https://bigdatamagazine.es/inteligencia-artificial-vs-inteligencia-asistida-como-hacerlas-funcionar>
- Hernández, J. P. 2022. Inteligencia artificial: qué aporta y qué cambia en el mundo del trabajo. *Factor Trabajo*. <https://blogs.iadb.org/trabajo/es/inteligencia-artificial-que-aporta-y-que-cambia-en-el-mundo-del-trabajo/>
- López, C. 2020. Realidad Aumentada en Agricultura de Precisión. *Medium*. <https://medium.com/@jmlopezcorrea08/realidad-aumentada-en-agricultura-de-precisi%C3%B3n-37fdf6be4f17>
- Maja, J. M., Bar-Tal, A., Edan, Y., & Karniel, A. 2018. Agricultural robotics: A review of the state-of-the-art and future perspectives. *Biosystems Engineering*, 173, 111-126.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511017307538>
- Marcen, R. 2021. Impacto de la automatización en la agricultura. *Randstad*. <https://www.randstad.es/tendencias360/impacto-de-la-automatizacion-en-la-agricultura/>
- Mercado de la Cosecha. 2020. Inteligencia artificial en agricultura y ganadería. *Mercado de la Cosecha*. <https://www.mercadodelacosecha.com/modorural/inteligencia-artificial-en-agricultura-y-ganaderia/>

- Ministério da Agricultura e Pecuária. 2020. *Programa levará tecnologias 4.0 para o agronegócio*. Gov.br. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/programa-levara-tecnologias-4-0-para-o-agronegocio>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). La inteligencia artificial al servicio de la agricultura. *Agronet*. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-inteligencia-artificial-al-servicio-de-la-agricultura.aspx>
- Mohd, H. Z., Al-Habshi, M. M., Shaharum, N. S. N., & Naba, N. I. 2019. Métodos de inteligencia artificial (IA) para aplicaciones de teledetección de palma de aceite. Palmas, 40 (Especial Tomo I). *Fedepalma.org* <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13048/12871>
- Mosquera, J. 2021. Avance tecnológico para lograr cosecha rendidora. *Agrotime.net*. <https://www.agrotime.net/avance-tecnologico-para-lograr-cosecha-rendidora/>
- Neves, F. 2021. 5 herramientas tecnológicas que benefician al pequeño agricultor -AGRICULTURA E MANEJO. *Jacto* <https://bloglatam.jacto.com/pequeno-agricultor/>
- Noticias, A. 3. 2018. Nace la primera granja de cultivo operada con inteligencia artificial en Estados Unidos. *Antena 3 Noticias*. [https://www.antena3.com/noticias/tecnologia/primera-granja-de-cultivo-operada-con-inteligencia-artificial\\_201811215bf53d8f0cf288806d3dedf0.html](https://www.antena3.com/noticias/tecnologia/primera-granja-de-cultivo-operada-con-inteligencia-artificial_201811215bf53d8f0cf288806d3dedf0.html)
- ON, 2019. La inteligencia artificial ayuda a los productores de banano a proteger la fruta favorita del planeta. *Alliance Bioversity International - CIAT*. <https://alliancebioversityciat.org/es/node/18015>

- Ortega, R. C., García, A. P., & Bautista, O. M. 2019. El cultivo de cacao. Su optimización empleando analítica de datos e inteligencia artificial para el mejoramiento su producción y comercialización. *Infometric@ - Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*.  
<http://infometrica.org/index.php/syh/article/view/123>
- Ortiz, V. E. 2021. Impacto de la Inteligencia Artificial en la agricultura. *Energía Hoy*.  
<https://energiahoy.com/2021/02/24/impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la-agricultura/>
- Oxford Dictionary. 2021. Artificial Intelligence. *Oxford University Press*.  
[https://www.lexico.com/definicion/artificial\\_intelligence](https://www.lexico.com/definicion/artificial_intelligence)
- Pelegrí, J. 2022. ROBOTS PARA AGRICULTURA: HACIA UN MAYOR APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS. *Universal Robots*  
<https://www.universal-robots.com/es/blog/robots-para-agricultura/>
- Redaccion. 2022. Agricultura automatizada y robótica agrícola. *Roma Automatización industrial Roma S.A de CV*. <https://roma-automation.com.mx/agricultura-automatizada-y-robotica-agricola/>
- Rizo, E. 2018. El verdadero significado de la agricultura sustentable. *Hortalizas*.  
<https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/el-verdadero-significado-de-la-agricultura-sustentable/>
- Sergieieva, K. (2020, septiembre 7). Tecnologías En La Agricultura: Las Mejores Opciones. *EOS Data Analytics*. <https://eos.com/es/blog/tecnologias-en-la-agricultura/>
- Sgargi, C. 2022. Sensores para la agricultura. *Agricolus; Agricolus srl*.  
<https://www.agricolus.com/es/tecnologias/sensores-para-la-agricultura/>
- Slater, A. 2021. La robótica en la agricultura. *Foodunfolded*  
<https://www.foodunfolded.com/es/articulo/la-robotica-en-la-agricultura-que-robots-trabajan-realmente-en-las-tareas-agricolas>

Sotomayor, O., Ramírez, E., & Martínez, H. 2021. Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina. *Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* (FAO).  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/4/S2100283\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/4/S2100283_es.pdf)

Vorónezh. 2018. La ciberagricultura: uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para el fomento de sistemas alimentarios sostenibles e inclusivos y la integración del comercio CONFERENCIA REGIONAL DE LA FAO PARA EUROPA. 31.º período de sesiones. *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Fao.org.*  
<https://www.fao.org/3/MW106ES/mw106es.pdf>

Webmaster, B. (2022). 5 tecnologías de la agricultura del futuro que no conocías. *MASA Equipos Industriales - New Holland.*  
<https://newhollandmitsui.com/agricultura/agricultura-del-futuro/>

## 4.2 Anexos

*Imagen 1. Modelos de drones*



**Anexos 2.** Cosechadoras automáticas utilizan una cámara con visión artificial junto con una herramienta de agarre para recoger frutas y verduras con precisión.



**Anexos 3. Tractor automatizado para labrar la tierra**



**Anexos 4. Robot autónomo para la eliminación de maleza**

