



**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 a la obtención del  
título de:

### **INGENIERA AGROPECUARIA**

#### **TEMA:**

"Implementación de la tecnología emergente en maquinaria agrícola "

#### **AUTORA:**

Daniela Aracely Terán Alvarado

#### **TUTORA:**

Lcda. Martha Uvidia Vélez, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

**2024**

## RESUMEN

El presente documento se desarrolló en base a la implementación de la tecnología emergente en maquinarias agrícolas. Se explora de manera detallada las tecnologías emergentes porque transforman la agricultura moderna. Entre esas tecnologías se encuentra la agricultura de precisión, Drones agrícolas, inteligencia artificial hasta la incorporación de maquinaria eléctrica o híbrida, ya que es considerado como innovación y examinado en base a la revolución de prácticas agrícolas tradicionales. Poder identificar cuáles son las tecnologías más actualizadas y que los productores tengan otras alternativas para obtener resultados positivos en el sector agrícola. Estas tecnologías son incorporadas en las maquinarias agrícolas ya que son herramientas prácticas que con el paso del tiempo han tenido un impacto significativo en el sector agro, estas maquinarias son autónomas porque son capaces de realizar las actividades por si misma gracias a los programas que tienen incorporado en el software, debido a esto se reduce los costos de producción para así tener un agricultura sostenible. El impacto que ha provocado la tecnología en la actualidad es favorable porque ayuda a crear una agricultura moderna, para así mejorar la productividad y se obtiene mejores resultados en el ámbito económico, productivo y ambiental mediante las estrategias investigativas para el desarrollo de una agricultura sostenible. La metodología que se efectuó en el estudio de caso fue una investigación descriptiva y no de carácter experimental, para así alcanzar el objetivo esperado el cual es resolver problemas que se presentan en el sector agrícola.

**Palabras clave:** Tecnología emergente, Productividad, Sostenibilidad, Agricultura.

## SUMMARY

This document was developed based on the implementation of emerging technology in agricultural machinery. Emerging technologies are explored in detail because they transform modern agriculture. Among these technologies is precision agriculture, agricultural drones, artificial intelligence to the incorporation of electric or hybrid machinery, since it is considered an innovation and examined based on the revolution of traditional agricultural practices. Being able to identify which are the most up-to-date technologies and that producers have other alternatives to obtain positive results in the agricultural sector. These technologies are incorporated into agricultural machinery since they are practical tools that over time have had a significant impact on the agricultural sector. These machinery are autonomous because they are capable of carrying out the activities on their own thanks to the programs they have incorporated. in the software, due to this production costs are reduced in order to have sustainable agriculture. The impact that technology has caused today is favorable because it helps create modern agriculture, in order to improve productivity and obtain better results in the economic, productive and environmental fields through research strategies for the development of sustainable agriculture. The methodology carried out in the case study was a descriptive research and not experimental in nature, in order to achieve the expected objective which is to solve problems that arise in the agricultural sector.

**Keywords:** Emerging technology, Productivity, Sustainability, Agriculture.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	II
<b>SUMMARY</b> .....	III
<b>1.CONTEXTUALIZACIÓN</b> .....	1
1.1.INTRODUCCIÓN .....	1
1.2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3.JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4.OBJETIVOS .....	3
1.4.1.Objetivo general .....	3
1.4.2.Objetivos específicos .....	3
1.5.LINEAS DE INVESTIGACIÓN .....	4
<b>2.DESARROLLO</b> .....	5
2.1.MARCO CONCEPTUAL .....	5
2.1.1.Tecnología emergente aplicada en la agricultura.....	5
2.1.2.Impacto de la tecnología emergente en la actualidad .....	6
2.1.3.Tecnologías implementadas a la agricultura .....	7
2.1.3.1.Inteligencia Artificial .....	7
2.1.3.2.Drones.....	12
2.1.3.3.Sensores microscópicos para plantas .....	12
2.1.4.Avances tecnológicos en la maquinaria agrícola.....	13
2.1.5.Importancia de la maquinaria agrícola.....	14
2.1.6.Tipos de maquinaria a utilizar en la agricultura .....	15
2.1.6.1.Tractores autónomos .....	15
2.1.6.1.1.Beneficios que otorgan los tractores autónomos en los cultivos.....	16
2.1.6.2.Cosechadoras autónomas .....	17
2.1.6.2.1.Cultivos en los que se pueda implementar esta maquinaria .....	18

2.1.6.3.Desmalezador automático .....	19
2.1.6.3.1.Beneficios que otorga el desmalezador autónomo en los cultivos.....	20
2.1.6.4.Robots autónomos .....	20
2.1.6.4.1.Beneficios que otorga los robots autónomos en los cultivos.....	21
2.1.6.4.2.Cultivos en los que se pueda implementar esta maquinaria .....	22
2.1.6.5.Pulverizadores autónomos.....	22
2.1.6.5.1.Beneficios que otorga la pulverizadora automática en los cultivos .....	24
2.2.MARCO METODOLÓGICO .....	25
2.3.RESULTADOS .....	26
2.4.DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	27
<b>3.CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN .....</b>	<b>28</b>
3.1.CONCLUSIONES.....	28
3.2.RECOMENDACIONES .....	29
<b>4.REFERENCIAS Y ANEXOS .....</b>	<b>30</b>
4.1.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30
4.2.ANEXOS.....	39

## TABLA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tractores autónomos .....	15
<b>Figura 2.</b> Cosechadoras autónomas .....	18
<b>Figura 3.</b> Desmalezador autónomas .....	19
<b>Figura 4.</b> Robots autónomos .....	21
<b>Figura 5.</b> Pulverizadores autónomos .....	23

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El dominio creciente de la tecnología en el sector agrícola ha tenido un avance significativo tanto en el diseño como funcionamiento de la maquinaria agrícola. Se explora de manera detallada las tecnologías emergentes porque transforman la agricultura moderna. Algunas de las nuevas tecnologías en el ámbito de la maquinaria agrícola incluían: la agricultura de precisión, Drones agrícolas, inteligencia artificial hasta la implementación de la maquinaria eléctrica o híbrida, examinan la nueva innovación en base a la revolución de prácticas agrícolas tradicionales (Tovar *et al.* 2019).

La agricultura moderna viene evolucionando en diversas direcciones al mismo tiempo, debido que su objetivo principal es usar estas nuevas tecnologías para aumentar el rendimiento en los cultivos teniendo una mejor planificación y gestión más inteligente.

La agricultura contemporánea está experimentando avances en múltiples frentes simultáneamente, ya que su enfoque principal consiste en emplear estas innovadoras tecnologías con el fin de potenciar la productividad de los cultivos mediante una planificación mejorada y una gestión más eficiente e inteligente. Las tecnologías emergentes son caracterizadas por ser innovadoras por el aporte de mejores fuentes hacia otras tradicionales que no han llegado alcanzar su nivel máximo (Ferrovia 2018).

La innovación y la implementación de tecnologías se han convertido en un factor clave al momento de mantener la competitividad en el mercado mundial. Lo saben las firmas de maquinarias al igual que los productores agrícolas ya que buscan mantener los procesos productivos al día para no presentar pérdidas en el intercambio global (Casanova 2023).

La tecnología ha ayudado a transformar la maquinaria agrícola la cual permita tener una mejor productividad y eficiencia en cada una de las actividades del sector rural. La innovación en la agricultura ha establecido un impacto social en los campesinos por la incorporación de drones en el campo que ayuden en el monitoreo para obtener los resultados esperados. Estos nuevos métodos en la agricultura ayudaran a reducir la escasez de mano de obra para que la producción sea más productiva, mejorando la sostenibilidad ambiental y calidad del producto (Pérez 2019).

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la agricultura la tecnología se convierte en un pilar fundamental para mejorar la eficiencia productiva, pero en la actualidad la falta de acceso a tecnologías avanzadas y la baja capacitación a los productores se convierten en uno de los principales problemas que limitan el potencial del sector agro.

Se deben realizar investigaciones para conocer a fondo las tecnologías emergentes las cuales deben ser apropiadas para poder implementar de manera efectiva y mejorar la producción en el Ecuador. Realizando un análisis exhaustivo de toda la tecnología que se implementara en el sector agrícola, y por lo consiguiente que los productores tengan información actualizada sobre la maquinaria a utilizar.

La mayoría de los agricultores tienen muy poco conocimiento sobre el manejo de las tecnologías y desconocen el potencial que puede aportar la innovación tecnológica para mejorar varios factores que se presentan en el sector agrícola. Al momento de implementar herramientas o nuevas técnicas que permitan detectar los problemas que se presentan en los cultivos, los productores podrán presentar iniciativa de innovar con el uso de las tecnologías para tener cultivos más sustentables.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La necesidad de poder optimizar la producción con el uso de tecnologías otorga beneficios tanto en términos de productividad como sostenibilidad, con el uso de nuevas herramientas ayuda a resolver los problemas que se presentan en la agricultura. Esto se traduce como innovación digital que tiene un impacto positivo en la toma de decisiones y que facilita a los productores en la optimización de los procesos de producción minimizando los impactos negativos en el ambiente, por lo que utilizar la tecnología avanzada puede ayudar a encontrar los retos que enfrenta el sector durante el proceso de producción.

Por lo tanto, esta investigación realiza un análisis en la agricultura y tecnología a implementar, debido que se convierte en una ayuda necesaria para analizar su potencial en beneficio de la agricultura en el Ecuador y las oportunidades que ofrece en la optimización de la productividad. Con herramientas que se puedan destacar como es el caso de los drones que puedan recopilar información las 24 horas del día, convirtiéndose en estrategias modernas que ayudan en el monitoreo de las plantas y analizando las condiciones del suelo, humedad y temperatura.

### **1.4. OBJETIVOS**

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

- ❖ Analizar la implementación de la tecnología emergente en maquinaria agrícola.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- ❖ Identificar las tecnologías emergentes actualmente utilizadas en la maquinaria agrícola.
- ❖ Analizar el impacto de la tecnología emergente en la eficiencia y productividad de las operaciones agrícolas.

## **1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en la implementación de la tecnología emergente en maquinaria agrícola. En este contexto específicamente, se aborda el Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la Sublíneas de Agricultura sostenible y sustentable.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.1.1. Tecnología emergente aplicada en la agricultura**

Las tecnologías emergentes ayudan a generar cambios que transformen la sociedad y la forma con la que nos relacionamos con la tecnología. La innovación es considerada como una de las principales características ya que casi siempre lleva la determinación y optimización de los procesos, debido a esto, se esperan nuevas implementaciones que representen una mejora importante en las tecnologías que se aplicaran. Estas tecnologías tienen aplicaciones inciertas, reglas emergentes y los beneficios que nos pueden otorgar suelen ser desconocidos, debido a esto se necesita implementar estrategias de educación para el consumidor, donde ellos puedan conocer a fondo sobre el tema que se está tratando (Hernández 2022).

El incorporar tecnología emergente en el sector agro ha evolucionado la producción de alimentos, por lo que explorar las ventajas, desafíos y oportunidades que ofrecen estas tecnologías nos ayudan a mejorar la productividad y sostenibilidad del sector agrícola. Entre las tecnologías que más se destacan son los sensores y el sistema de monitoreo para la gestión del riego y fertilización. Estos sistemas nos ayudan a obtener los datos al instante sobre las necesidades hídricas y nutricionales en los cultivos, mejorando el uso de los recursos y reduciendo el impacto ambiental (LinkedIn 2023).

El uso del SIG y drones nos ayuda a realizar mapeos detallados en los cultivos, y de esta manera evaluar su salud para poder detectar enfermedades o déficit nutricional de manera temprana. Este método nos permite tomar decisiones en base a las informaciones receptadas para poder aplicar tratamientos específicos que mejoren la eficiencia de producción y reducción de productos agroquímicos (Tovar *et al.* 2019).

La tecnología emergente ofrece beneficios a la agricultura pero también

desafíos, como la falta de acceso a tecnologías por parte de los pequeños agricultores y productores de subsistencia. Por este motivo es necesario promover programas de capacitación y financiamiento para que todas las personas involucradas en la agricultura tengan el conocimiento de poder acceder a estas tecnologías (Castro y Rosales 2023).

### **2.1.2. Impacto de la tecnología emergente en la actualidad**

Tener conocimiento sobre los efectos de la tecnología en la sociedad se ha convertido en algo indispensable para motivar el progreso de la investigación, ya que ofrecen a los que toman decisiones y generadores de política permitirse visualizar un impacto en las nuevas inversiones. El principal centro público encargado de las investigaciones (INIAP), es el que desarrolla el material genético, alternativas de manejo en el incremento de la producción y alternativas de manejo para suelo, agua y conservación de los recursos genéticos. Este es uno de los objetivos para poder estimular la aceptación e impacto de las tecnologías que generan un cambio significativo para el país (Campos 2021).

Estos impactos fueron positivos a nivel económico, productivo, ambiental y para los agricultores que utilizan las tecnologías. Esto sirve como un apoyo político y para los que toman decisiones en el país dirigiéndolo y planificando estrategias de investigación lo cual permite un desarrollo en la agricultura sostenible y que sea referencia para la región (Jaramillo 2016).

Las tecnologías emergentes se han convertido de vital importancia porque radica en el impulsar la innovación y el progreso. Estas tecnologías al igual que la inteligencia artificial, aprendizaje autónomo, internet y la realidad virtual abren nuevas puertas, ha posibilidades y oportunidades en diversos sectores del sector agro (Sotomayor *et al.* 2022).

Las empresas muestran gran interés en incorporar tecnología emergente para las organizaciones que generan valor entre los nuevos modelos de negocio. Esto permite que las empresas puedan optimizar sus operaciones mejorando su eficiencia y desarrollo del producto para un servicio más

avanzado. También, las tecnologías emergentes tienen potencial para afrontar desafíos globales como: el cambio climático, atención médica accesible y la disminución de la desigualdad (Arostegui 2017).

Además, las tecnologías emergentes impulsan la transformación digital en todos los ámbitos laborales, debido que adoptan estas tecnologías con el único propósito de mejorar sus procesos internos y optimización de la cadena de suministro, ya que de esta manera ayuda aumentar la productividad y mejora las experiencias de cada cliente. Esto se ve reflejado en el sector agropecuario ya que aprovecha las organizaciones investigativas las cuales se enfocan principalmente en alcanzar una mayor productividad en los cultivos. Por ende, la tecnología brinda mejores conocimientos y recomendaciones que sean prácticas en el sector agro (León 2022).

### **2.1.3. Tecnologías implementadas a la agricultura**

La tecnología se ha convertido en algo indispensable para cualquier sector agrícola, debido que en el terreno se instalan equipos que son necesarios para cada una de las actividades que se realizan en el terreno. La tecnología ofrece beneficios mediante un análisis que se realizan en las condiciones climáticas, para poder sembrar o fertilizar los cultivos. Mediante un análisis en el terreno se puede determinar cuáles son las condiciones en la temperatura, humedad y vigor de las plantas (Wandel 2021).

#### **2.1.3.1. Inteligencia Artificial**

La inteligencia artificial es una de las tecnologías que ha revolucionado el sector agrícola desde la producción hasta el proceso de comercialización del producto. Este modelo utiliza algoritmos que son complejos y que sirven para reconocer y manejar los patrones en los datos, esto ayuda a impulsar la productividad y el rendimiento creativo. La combinación de la IA y la aplicación en el campo brindan resultados positivos en la agricultura, debido que los tratamientos y producción son más eficaces por la incorporación de IA (Cuaresma 2023).

La IA en la agricultura consiste de drones aéreos y acuáticos, sensores eléctricos, olfativos, visuales y biológicos, mediante toda la información que recaudan se crean archivos de análisis del terreno que se está analizando y se incorpora la tecnología que necesita. La IA combina la información del GPS y la genética, ya que mediante estas maquinarias ayudan a monitorear las plagas en las plantaciones e incluso ayudan a la creación de maquinarias inteligentes llamadas ciber-insectos, que son drones que controlan jaulas móviles eléctricas (López 2021).

El sector agrícola es una de las áreas donde la IA no ha podido ganar terreno sobre todo en Sudamérica, pero con el paso del tiempo la demanda y la competencia quieren tener productos de calidad, esto hace que los productores puedan innovar en mejores posibilidades como optar en adaptarse al mundo de la inteligencia artificial (Gómez 2019).

### **RECEPTOR STARFIRE™ 6000**

El acceso a la Tecnología en Agricultura de Precisión John Deere comienza por el nuevo receptor StarFire™ 6000. Ofrece un nuevo diseño más dinámico, una protección antirrobo, mayor facilidad de servicio y lo más importante, un mayor alcance de señal. Esto permite comenzar a trabajar antes en el campo y ofrece una mayor precisión y la máxima estabilidad de señal. El receptor StarFire™ 6000 funciona perfectamente con todos los sistemas de orientación de John Deere y todos los niveles de precisión (SF1, SF3 y RTK). (John Deere 2024).

### **MONITOR GEN 4 UNIVERSAL 4640:PARA OPERACIONES AVANZADAS**

Este monitor posee mayor capacidad de memoria y procesamiento. Es ideal para operaciones de mayor complejidad, ejecución de piloto automático en curvas adaptativas, coordinación de la siembra y aplicación de alta calidad. (John Deere 2024).

- Pantalla de 26,4 cm táctil
- Resistente al agua y el polvo
- Control de implementos ISOBUS
- Piloto automático AutoTrac™
- Documentación
- Tasa variable
- Control de sección
- Sincronización de datos
- Compartir datos en campo
- AutoTrac™ Rowsense™
- Guiado pasivo de implementos
- Automatización de maniobras AutoTrac
- Acceso remoto al monitor
- Envío remoto de líneas de guiado

### **COMMANDCENTER™ GENERACIÓN 4 INTEGRADO**

Trabajar con CommandCenter™ Generación 4 es fácil e intuitivo. Tiene funcionalidad de pantalla táctil, como una tablet, y una interfaz personalizada, con botones/íconos y una barra de atajo. También presenta funciones de ayuda en la pantalla y un modo de búsqueda. Elegí el monitor más adecuado para tu aplicación, entre los modelos 4100 (de 18 cm) y 4600 (de 26,4 cm). (John Deere 2024).

#### Funciones estandarizadas

- Pantalla de 26,4 cm táctil
- ISOBUS, certificado AEF
- Importa contornos existentes
- Monitorea operaciones de la máquina
- Acceso remoto al monitor y

transferencia de datos agronómicos\*

\* Transferencia de datos agronómicos solamente en 4600 vía JDLink™ Connect

#### Actualizaciones disponibles

Piloto Automático AutoTrac™ y documentación son

ítems de la serie. Los monitores son compatibles

con la Tasa Variable y también con diversas

tecnologías contenidas en las licencias:

- Data Sync y Control de Secciones Gen 4 4240
- Master 1.0 - Gen 4 4640
- Premium 3.0 - Gen 4 4640
- Automation 1.0 - Gen 4 4640

## **PILOTO AUTOMÁTICO AUTOTRAC™ INTEGRADO**

Proporciona un aumento de la productividad, a través de la reducción de los costos de los insumos y aumentando la eficiencia. El sistema Piloto Automático AutoTrac™ integrado está disponible para diferentes modelos de tractores, pulverizadoras, cosechadoras, cosechadoras de caña de azúcar y picadoras de forraje. Trabaja fácilmente en rectas, curvas y círculos concéntricos (Pivots de irrigación), cómodamente en condiciones de baja visibilidad. Una vez que hayas trabajado con el Piloto Automático Autotracc™, nunca más dejarás de utilizar esta tecnología en el campo. (John Deere 2024).

- Menor fatiga del operador
- Hasta 8% de reducción de costos de insumos, dependiendo de la aplicación
- Reducción de superposiciones y fallas

## **BANDERILLERO SATELITAL PARALLEL TRACKING**

El Banderillero Satelital Parallel Tracking ya está precargado en el Monitor GreenStar™. Esta es la solución ideal para las operaciones que están en expansión porque es de fácil actualización para un sistema de piloto automático. Una vez que estés en la línea elegida, te proveerá señales sonoras y visuales para ayudarte a mantenerte en el camino. (John Deere 2024).

Principales beneficios para tu negocio:

- Banderillero Satelital Parallel Tracking a través de curvas y rectas
- Velocidades más altas, aún en condiciones de baja visibilidad
- Reducción de superposiciones y baches, especialmente para grandes implementos como máquinas esparcadoras y fertilizantes
- Señales visuales y sonoras

### **2.1.3.2. Drones**

En la agricultura los drones tienen una gran acogida debido a las ventajas que presenta esta maquinaria, como la recopilación de información que en tiempos anteriores no lo era posible. El usar drones en el sector agrícola conlleva bastante tiempo debido a su desarrollo, ya que es importante tener presente la medida que rige cada país en las actividades comerciales (Pino 2019).

Los agricultores optan por tecnologías avanzadas como los drones los cuales permiten recaudar información exacta sobre la altura de las plantas, humedad del suelo y presencia de las plagas, en todas las áreas del campo. Los drones se han convertido en una herramienta eficaz ya que proporcionan información en tiempo real y de forma segura, este método otorga resultados rápidos a diferencia de los tradicionales como es el caso de la exploración manual. Esta es una herramienta insustituible por el beneficio que ofrece a la agricultura moderna, el uso es rápido y ayuda recopilar gran cantidad de datos en un tiempo corto (MAG 2021).

Se ha convertido en una necesidad desarrollar maquinarias que sean suficientemente potentes para poder transportar cargas pesadas (como los productos que se aplicaran en las cosechas recolectadas). Conseguir que los drones tengan mayor autonomía para que tengas menos interrupciones para el repostaje. Conforme a las características y necesidades los drones al ser una maquinaria necesaria se ha convertido en una herramienta indispensable, porque ayuda a optimizar el uso de los insumos y a tener un mejor control en todos los procesos de producción para cada cultivo (Ríos 2021).

### **2.1.3.3. Sensores microscópicos para plantas**

Para alimentar a toda una población que está en constante crecimiento, es importante mejorar la producción agrícola. Los sensores microscópicos que se introducen en las plantas aportan datos exactos de la temperatura, humedad, nutrientes, optimización en el rendimiento, reducción del uso de agua y fertilizantes en los cultivos. Esto sirve para comprobar la germinación de la semilla

y el efecto que provoca el fertilizante o pesticida en el desarrollo de los cultivos, además ayudan a identificar las enfermedades que amenazan la producción y permiten el seguimiento instantáneo del estado de las plantas y frutas (Palacios *et al.* 2017).

Reconocer automáticamente las plagas y enfermedades está creciendo de forma inmediata con la incorporación de cámaras inteligentes y sensores complejos que analicen las imágenes y puedan identificar la presencia de enfermedades y plagas tratando en tiempo real su avance. Las cámaras se pueden localizar en diferentes lugares o incluso ajustadas sobre robots móviles con geolocalización, la aplicación de pesticidas o fertilizantes en los terrenos se harían de manera exacta y de forma correcta, ya cumplen un papel vital para la agricultura sostenible (Sánchez 2016).

#### **2.1.4. Avances tecnológicos en la maquinaria agrícola**

El avance de la tecnología está asociado a la maquinaria agrícola autónoma ya que representa cambios significativos para la economía e impacto social. Para los productores y pequeños agricultores la tecnología digital es una herramienta con la que nos encontramos rodeados a nivel mundial ya que desempeña un rol significativo como fuente de producción (Díaz 2023).

El 2023 manifestó aparición de nuevas tecnologías atractivas para el campo de la agricultura, en la cual se encuentra la creación de tractores eléctricos que son capaces de realizar tareas como arar, sembrar y cosechar permitiéndole al agricultor ahorrar dinero y tiempo gracias a la eficiencia y evolución de este tipo de maquinaria (Sánchez 2022).

La tecnología ha convertido la maquinaria agrícola autónoma permitiendo mejorar la productividad y eficiencia en las actividades del sector rural. La tecnología del futuro aplaca la escasez de mano de obra permitiendo tener una producción más favorable y productiva que ayuden a mejorar la sostenibilidad ambiental y calidad del producto. Además la incorporación de inteligencia artificial

ayuda también a los agricultores mejorar su producción determinando la calidad del producto que se le ofrecerá al consumidor final (Calvo 2019).

En la industria de la maquinaria agrícola se encuentra en constante evolución, esta industria trabaja en nuevas tecnologías como: la automatización e inteligencia artificial. En la actualidad estos diseños son adaptados a nuevas tecnologías, los tractores eléctricos otorgan ventajas para la agricultura de precisión ya que actualmente es la más común y gracias al desarrollo de los tractores son más precisos en la aplicación de fertilizantes o pesticidas, lo que permitirá mejorar el rendimiento en los cultivos y ayudara a reducir los desechos (Pérez 2019).

### **2.1.5. Importancia de la maquinaria agrícola**

El utilizar maquinaria agrícola ha generado un avance económico y ecológico al mismo tiempo, debido que estos avances tecnológicos han sido de gran importancia dentro de los sectores de la agricultura y ganadería ya que permiten a los agricultores ahorrar tiempo, mejorar el uso de técnicas para maximizar la producción en los campos (Rinoagro 2019).

La evolución de la maquinaria agrícola ha sido de manera rápida y de forma valiosa desde los inicios del siglo XX. Hoy en día la labranza continúa siendo una de las actividades agropecuarias que demanda más personal en los métodos de explotación agrícola, ya que esta actividad se encuentra asociada a diversas variables que determinan o limitan su éxito como: condición del suelo, utilización de herramientas portátiles y maquinarias agrícolas propias. Definitivamente, el éxito de una buena cosecha radica en ejecutar una buena labranza del suelo con el fin de obtener resultados favorables en la producción (Buriticá 2020).

En la actualidad la mecanización se ha convertido en un factor de producción debido que se convierte un elemento indispensable, tanto en el incremento de áreas como en el aumento del rendimiento de los cultivos. La mecanización se ha convertido en factor económico importante porque disminuye los tiempo de operación, aumenta la eficacia de mano de obra y

disminuye los costos de producción, los cuales se determinan como casos directos sobre el precio final del producto que se comercializara en el mercado (Cortés *et al.* 2015).

Se convierte en una necesidad para todas las personas tener conocimiento sobre la aplicación de cada técnica interactiva para el aumento de la producción de alimentos. En el caso de la maquinaria agrícola no solo involucra conocimiento de las características mecánicas para las máquina y equipos, sino también conocer cuál es su manejo, mantenimiento, uso y administración para buscar la optimización de los productos (Pereira *et al.* 2017).

## **2.1.6. Tipos de maquinaria a utilizar en la agricultura**

### **2.1.6.1. Tractores autónomos**

Esta es una maquinaria engloba un conjunto de radares, cámaras, sensores y actuadores, que realizan labores repetidas sin la necesidad de tener un operario que las maneje desde la cabina durante todo el día. Esta maquinaria puede hacer cualquier actividad de mantenimiento como: arado y rastrillado durante la siembra o cosecha de los cultivos en el sector agrícola. El control se lo realiza a la distancia por un operador y con un dispositivo de mando, debido que esta máquina se encuentra equipada con procesadores, computadoras, cámaras, radares, sistemas integrados y GPS para poder recorrer todo el terreno y monitorearlo sin ningún inconveniente (Castro 2021).



**Figura 1.** Tractores autónomos

**Fuente:** (Castro 2021)

Estos vehículos son maquinarias que gracias a la inteligencia artificial pueden trabajar de forma autónoma al 100 %. Son capaces de no solo moverse a partir de parámetros e informaciones que son introducidas previamente en un programa sino que en un tiempo dado pueden tomar decisiones, debido a esto se puede controlar de forma distante y con un dispositivo informático (González y García 2016).

Los tractores autónomos pueden trabajar libremente gracias a sus sensores y actuadores, debido a parámetros e información que esta introducida en su software de control permite tomar decisiones al instante según la información receptada por los sensores. Un solo operario puede supervisar diversos tractores autónomos al mismo tiempo y gracias a la tecnología que tiene incorporado este tipo de maquinaria podremos saber en tiempo real la posición exacta en el terreno, debido a esta tecnología la agricultura de precisión llega alcanzar su nivel máximo y con ayuda de la inteligencia artificial estamos a punto de alcanzar la agricultura 5.0 (Shepard 2023).

Por ejemplo, el tractor 8R es una maquinaria que dispone el sistema que esta guiado por GPS. Además, cuenta con 6 pares de cámaras estereoscópicas que son capaces de detectar cualquier obstáculo, calcular la distancia y de poder tomar la decisión de si continúa trabajando o no. También, estas cámaras envían la información que es analizada por algoritmos neuronales complejos, que ayudan ajustar el trabajo de los tractores autónomos. Se pueden ajustar aspectos como: velocidad, profundidad y el tipo de trabajo que el operador lleva en un tiempo determinado (FAO 2020).

#### **2.1.6.1.1. Beneficios que otorgan los tractores autónomos en los cultivos**

##### **❖ Menos impacto ambiental**

Los tractores autónomos actualmente proveen mayor sostenibilidad mediante sus modelos ligeros y eléctricos en su totalidad ya que compactan el suelo mucho mejor a diferencia de las maquinarias a diésel pesadas. Los

tractores de tamaño pequeño permiten tener una mayor precisión en el ecosistema, y con el paso del tiempo, la automatización comprime la contaminación y la degradación del suelo (Vázquez 2023).

#### ❖ **Mayor recopilación de datos y análisis**

Mediante los implementos que tiene incorporado esta maquinaria como: cámaras, GPS y visión de poder ordenar las guías de los tractores autónomos. Gracias a estas tecnologías podemos recopilar de manera inmediata la información y analizar e identificar los patrones y oportunidades para poder mejorar los inconvenientes a tiempo, mediante la información optimizada con la implementación de estrategias en los cultivos (Angulo 2020).

#### ❖ **Mayor seguridad y salud de los trabajadores**

El poder eliminara los operarios de los equipos pesados ayuda a evitar lesiones o muertes a causa de los tractores. El modelo automático evita estos posibles riesgos como: atropellos, enredos y vuelcos. Los modelos que no cuentan con cabina también protegen a los agricultores para que no estén expuestos a pesticidas tóxicos ya que los tractores autónomos crean ambientes de trabajos más seguros y menos estresantes (Alcaciega 2017).

#### **2.1.6.2. Cosechadoras autónomas**

Las maquinarias autónomas pertenecen al grupo de los robots inteligentes porque pueden realizar diversas actividades como cosechar, pulverizar, sembrar y operar en distintos lugares de forma autónoma, este tipo de maquinaria se la puede utilizar sin la necesidad de la intervención de una persona más allá que se necesite un ajuste o configuración. La mayoría de estos equipos que están abastecidos de sensores les permite navegar y monitorear de forma independiente en el campo. Con la ayuda de esta maquinaria los agricultores tienen la facilidad de ahorrar tiempo y dinero, disminuyendo los costos de producción con un manejo adecuado de cosechas para prevenir daños (Ramos 2021).

Los robots cosechadores tienen incorporado brazos automáticos que ayudan en el cuidado extremo de los frutos, gracias al sistema de detección que funciona mediante la aplicación de visión artificial. Gracias a esta tecnología que permite reducir la necesidad del personal y abre la posibilidad de incentivar en los cultivos verticales que sean de forma eficiente y con un bajo costo (Macías *et al.* 2017).



**Figura 2.** Cosechadoras autónomas

**Fuente:** (Rodríguez 2022)

Estas cosechadoras son un diseño reciente pero muy eficiente, se utilizan sobre todo para cosechar frutos pequeños como las fresas, ya que se deben manipular con precisión y cuidado. Este tipo de maquinaria posibilita el inicio de cultivos verticales de bajo costo y con alta eficiencia (Rodríguez 2022).

#### **2.1.6.2.1. Cultivos en los que se pueda implementar esta maquinaria**

Al hablar de cosechar nos referimos a procesos de cortes de un cultivo con el propósito de obtener el grano de la producción. Este es uno de los procesos complejos y que lleva meses después de la siembra de la planta hasta el momento de su cosecha, después del cuidado que recibe el cultivo durante la etapa de maduración y crecimiento. La cosecha es un proceso que se realiza de manera mecanizada ya que utiliza equipos capaces de cortar la planta completamente y así obtener el producto final. Esta maquinaria se encargara de separar, cortar y limpiar el producto de los cultivos como el: maíz, trigo, garbanzo,

sorgo, arroz y frijol, pero también pueden ser otros cultivos como las hortalizas (Gutiérrez 2020).

### **2.1.6.3. Desmalezador automático**

La robótica y la tecnología agrícola han encontrado maneras para disminuir la presión en los trabajadores mediante el uso de la automatización en algunas de las actividades más complejas como es la mano de obra y eliminación de malezas. Los robots desmalezadores ayudan a realizar un trabajo agotador pero necesario, por eso este tipo de maquinaria lo que busca es ayudar a los trabajadores a realizar tareas menos riesgosas pero de igual importancia en la agricultura (García 2020).



**Figura 3.** Desmalezador autónomas

**Fuente:** (Lozano 2020)

Esta maquinaria funciona con la identificación de la flora que es distinta al cultivo seleccionado, para sí dirigirse directamente a la maleza, aplicando una dosis leve de herbicida permitiéndoles a los productores reducir el uso de moléculas hasta un 90 %. El funcionamiento de este robot puede ser con energía

solar hasta 12 horas de luz y en la noche ya funciona a batería recargable. Estos robots manejan un avanzado sistema de navegación GPS y utilizando herramientas especializadas beneficia a los agricultores a manejar las malezas, ya que estas tecnologías garantizan hacer un trabajo sin dañar a los trabajadores ni a los cultivos (Lozano 2020).

#### **2.1.6.3.1. Beneficios que otorga el desmalezador autónomo en los cultivos**

Según Espinoza (2021) afirmo que los principales beneficios que otorga esta maquinaria pueden ser como: detectar las malas hierbas hasta un 85 %, funcionan con batería recargable o mediante energía solar y pueden llegar a trabajar hasta 10 horas / día, posee un fácil control y manejo, es ligero y no presenta peligros, utiliza hasta un 90 % menos en productos químicos y presenta un ahorro de costos hasta el 50%. Estos beneficios se han convertido indispensables para que el productor tenga confianza en utilizar esta maquinaria en el campo agrícola.

#### **2.1.6.4. Robots autónomos**

Esta maquinaria fue la primera en salir al mercado de la automatización agrícola. Al inicio se identificó que comenzaron anomalías en el campo, se sembraba con distribución ideal de las semillas, preparación del terreno y cosecha del producto como el trigo y el maíz. Actualmente detecta plagas, malezas, cultivos que estén maduros y transportan material sin necesidad de un control personal (Ramírez y Reyes 2015).

Los robots se encuentran equipados con una gran cantidad de sensores, varios han sido diseñados para analizar las necesidades nutricionales, hídricas o enfermedades en las plantas, ajustando la dosis de los agroquímicos de manera precisa para cada una de las parcelas. El robot tiene integrado un sistema organizado el cual responde con reacciones inteligentes a estímulos que percibe a través de los sensores, ya que son los encargados de recopilar la información, los actuadores permiten llevar a cabo las acciones programadas y el software

regula el comportamiento de los robots. Estas operaciones son apoyadas por componentes mecánicos, conversión del movimiento y transmisión (Flores 2019).



**Figura 4.** Robots autónomos

**Fuente:** (Flores 2019)

Dependiendo de la actividad, los robots autónomos inteligentes pueden equiparse con diversas herramientas como: picos o serpentinas, ganchos y también sensores sofisticados que puedan eliminar las malezas sin tener que usar productos químicos. Este robot cuenta con aproximadamente 10 brazos robóticos, que reemplazan 5 pares de manos. Todos estos brazos son multifuncionales y ajustables para el trabajo, ya que no es necesario compactar el suelo con los tractores pesados (Martínez 2020).

#### **2.1.6.4.1. Beneficios que otorga los robots autónomos en los cultivos**

Según Barrientos y Cerro (2016) afirmo que los siguientes beneficios detallados a continuación, son considerados entre los más importantes como: reducir el trabajo pesado para el personal, mejora significativamente la detención de plagas mediante a la visión artificial, disminuye las perdidas en el campo y

reduce la necesidad de supervisión en el campo, optimiza el terreno y permite crear cultivos verticales e hidropónicos que sean más eficientes y para finalizar ayuda a detectar frutos que se encuentran en estado de maduración óptimo. De esta manera el trabajo en el campo sería de forma rápida, precisa para cada proceso y de manera eficiente.

#### **2.1.6.4.2. Cultivos en los que se pueda implementar esta maquinaria**

Estos robots son utilizados únicamente para la recolección de frutos en los cultivos, donde la IA proporcione datos precisos para optimizar las granjas, plantaciones o parcelas. Los robots son maquinarias que en la actualidad ayudan a realizar las actividades de forma rápida y de manera precisa, para poder tener una mejor productividad y brindar una agricultura sustentable a la sociedad (Catalán 2021).

#### **2.1.6.5. Pulverizadores autónomos**

Esta es una maquinaria que se conoce como robot móvil y que fue diseñado para distribuir los productos químicos de manera autónoma en los cultivos y que sea de forma segura. Se han considerado de manera extraordinaria porque ayuda en el aumento del control de calidad y así reduce el trabajo manual del campo (Thompson y Guss 2022).

Los pulverizadores autónomos son tecnologías que consisten en un sistema de escaneo láser, sensores y cámaras, ya que son los encargados de evaluar la masa foliar en las plantas, identificar el tamaño y donde se encuentran ubicados. Se utiliza como ingreso para controlar el sistema de pulverización inteligente, donde el juego de válvulas individuales se encuentran integrados al sistema multiventilador que pulveriza de forma precisa toda la planta (Jacto 2023).



**Figura 5.** Pulverizadores autónomos

**Fuente:** (Jacto 2023)

#### ❖ Características

Jacto (2023) expone cuales son las principales características de esta maquinaria y en que nos serviría poder conocerlas. Entre esas características están; sistema de pulverización inteligente que ayuda aplicar la cantidad exacta del producto en la planta, posee un diseño moderno y compacto con una mejor cobertura para evitar daños en los frutos y partes de la planta, cuenta con tecnología Otmnis para mayor control en las operaciones, posee un sistema de escaneo y mapeo a través de los sensores, capacidad para sincronizar las operaciones, sensores que son capaces de identificar obstáculos, sistemas eléctricos para lograr mayor eficiencia del combustible y capacidad de operar las 24 ha / día. Estas características nos ayudan a conocer la eficiencia que produce conocer los manejos y beneficios que ofrece esta maquinaria al sector agrícola.

#### **2.1.6.5.1. Beneficios que otorga la pulverizadora automática en los cultivos**

InfoAgro (2020) asegura que para obtener beneficios favorables en los cultivos debemos de saber en que contribuye el implementar esta maquinaria en la agricultura. Por esto, se desplazan una serie de beneficios a continuación: optimar el rendimiento en el cultivo, ayuda a proteger el medioambiente, brinda productos de calidad para el consumidor final, ayuda a proteger la seguridad y salud del operador porque se evita que estén expuestos a productos químicos y ahorran en la mano de obra agrícola y por ultimo reducen los desperdicios de la materia prima en las plantas a causa de los fertilizantes, pesticidas o herbicidas.

Esta maquinaria se utiliza en cualquier cultivo o huerto, debido al sistema de dirección y algoritmo de planificación que usa la pulverizadora autónoma ya que permite una alta maniobrabilidad y son capaces de operar en las condiciones que se encuentre el terreno (Gaima 2022).

## **2.2. MARCO METODOLÓGICO**

Para ejecutar la redacción del siguiente documento se recopiló información actualizada en varios sitios web, revistas y artículos científicos donde nos puedan brindar información importante sobre el tema a tratar.

En este documento se detalla la importancia de la tecnología emergente en maquinarias agrícolas, por lo que se analiza lo redactado de varios autores para conocer de manera profunda lo relacionado con esta investigación.

El presente documento se proyecta únicamente de carácter complejo y no experimental, analizando toda la información de manera detallada para el cumplimiento del presente trabajo.

### **2.3. RESULTADOS**

El implementar tecnología emergente en maquinarias agrícolas permite tener una mayor eficiencia en las actividades que se realizan en el sector agrícola como tener una mayor productividad y contribución en el desarrollo sostenible para una agricultura moderna. El utilizar maquinaria actualizada permite tener un mejor uso en los recursos naturales como el agua y los fertilizantes, para así minimizar el impacto negativo en el medio ambiente. De esta manera, se promueve la digitalización para una agricultura más sostenible y responsable en el mundo.

Las tecnologías en maquinarias agrícolas como: tractores y cosechadoras autónomas, desmalezador automático y niveladora de suelo permite al agricultor tener una mayor eficiencia y productividad en el sector agrícola, ya que tener una agricultura inteligente depende en el saber implementar de forma correcta maquinarias avanzadas que ayuden el agricultor a tomar decisiones acertadas que sean en beneficio de la productividad y sostenibilidad del sector agrícola. Debido que estas tecnologías brindan soluciones en la agricultura y ganadería para así tener un impacto positivo en la producción y en lo económico.

La mecanización se ha convertido en un factor importante para la producción, ya que ayuda en el incremento del rendimiento de los cultivos. Esto se convierte en un factor económico indispensable porque ayuda en la disminución de tiempos de operación y costos de producción pero aumenta la eficiencia de mano de obra. El usar estas herramientas beneficia el éxito de obtener buenos resultados en las cosechas mediante la incorporación de labranzas en el suelo para así obtener una producción favorable. De esta manera, el producto será de calidad y se determinará el precio final que se comercializará en el mercado.

## 2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación se pudo analizar que la tecnología emergente ofrece beneficios a la agricultura, pero también desafíos, debido a la falta de conocimiento sobre la maquinaria a implementar en el sector agrícola. Por este motivo, se debe fomentar programas de capacitación y financiamiento para que los agricultores conozcan los beneficios que otorgan las maquinarias con la incorporación de tecnologías avanzadas, ya que ayuda a evolucionar la producción y explorar las ventajas, desafíos y oportunidades que ofrecen estas tecnologías para mejorar la productividad y sostenibilidad en el sector agro. Esto concuerda con lo que menciono (Calvo 2019) el cual indico que la tecnología ha transformado la maquinaria agrícola autónoma, ya que permite mejorar la productividad y eficiencia de las actividades que se realizan en el sector rural.

En consideración con lo mencionado sobre las tecnologías emergentes y el impacto que ofrece en el sector agrícola, es necesario implementar labranza ya que continúa siendo una de las actividades agropecuarias que demanda más personal en los métodos de explotación agrícola. Debido que esta actividad determina la condición del suelo, para así lograr obtener éxito en las cosechas y que los resultados sean favorables en la producción.

Tomando en cuenta lo descrito por (León 2022), la tecnología impulsa la transformación digital y ayuda a potencializar y afrontar desafíos globales como el cambio climático. Este se ha convertido en uno de los propósitos para mejorar los procesos internos y optimización de la cadena de suministros, debido que ayuda a aumentar la productividad para mejorar las expectativas en cada cliente.

El impacto que provoca la tecnología en la actualidad a nivel económico, productivo y ambiental son positivos. Esto sirve de apoyo en el ámbito político para los que dirigen y toman decisiones en el país, lo que corrobora con lo expresado por (Jaramillo 2016) que se debe planificar y aplicar estrategias que permitan un desarrollo en la agricultura sostenible para que sea de referencia en la región.

### **3. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN**

#### **3.1. CONCLUSIONES**

La aplicación de tecnología emergente tiene un impacto revelador para una productividad sostenible en el sector agrícola, dado que se puede tomar decisiones precisas y que sean de forma rentable para el productor con referencia a: la aplicación de fertilizantes o pesticidas y la implementación de maquinaria con el uso de técnicas avanzadas, lo cual conduce a la reducción de costos de producción para tener una mayor eficiencia en los cultivos.

El avance que ha tenido la maquinaria agrícola en la actualidad ha ofrecido resultados favorables a los productores porque permite tener un mejor uso de los implementos a utilizar en el campo como: tractores autónomos, niveladora de suelo, podadora de árboles y cosechadoras autónomas, ya que este tipo de tecnología brinda soluciones en cada una de las actividades que se realizan en el campo para así tener una mejor productividad. Estas tecnologías tienen incorporado sensores, radares, cámaras y sistemas de GPS, los cuales ayudan a tener la información detallada y de manera inmediata del terreno que se está monitoreando.

El utilizar estas tecnologías otorga beneficios tanto a los grandes como pequeños productores, porque ayudan a tener una productividad eficiente y rentable para así obtener un mejor manejo de los recursos naturales. Por tanto, la aplicación de la maquinaria agrícola en el sector agro se convierte en una solución innovadora y sostenible porque ayuda a asumir retos actuales y posteriormente los futuros retos para así tener producción de alimentos de calidad.

Estas tecnologías han tenido un impacto significativo en la agricultura debido a la optimización de los procesos, monitoreo, gestión de las actividades agrícolas y su control. Estas maquinarias ayudan a evitar pérdidas y ayudan a tener una mejor rentabilidad, para así disponer de una mayor eficiencia en la producción.

## 3.2. RECOMENDACIONES

- ❖ Aplicar tecnología emergente, dependiendo la maquinaria a utilizar para identificar las necesidades y desafíos que se puedan presentar. Para así contrarrestar el impacto negativo que se presenta en el sector agro.
- ❖ Capacitar a los agricultores y técnicos en el uso y gestión de la maquinaria agrícola, para que conozcan los beneficios que otorga el implementar esta tecnología en la agricultura.
- ❖ Realizar estudios e investigaciones que permitan evaluar el impacto de la tecnología emergente, para así optimizar el uso y gestión del sector agrícola en beneficio de la productividad y sostenibilidad.
- ❖ Existen diversas tecnologías emergentes para la maquinaria agrícola, como sistemas de posicionamiento global (GPS), sensores remotos, drones agrícolas, robótica, Internet de las cosas (IoT), entre otras. Es importante investigar y comparar las diferentes opciones para encontrar las más adecuadas para las necesidades y presupuesto de la explotación agrícola.
- ❖ La tecnología emergente debe integrarse de manera fluida con las plataformas y equipos existentes en la explotación agrícola. John Deere ofrece soluciones que pueden integrarse fácilmente con su línea de maquinaria y sistemas de gestión agrícola, facilitando la adopción y maximizando la eficiencia.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agropinos. 2022. importancia de la fumigación en cultivos. disponible en <https://www.agropinos.com/blog/importancia-de-fumigar-cultivos>

Alcaciega, E. 2017. Diseño y construcción de un apero para cosechar papas en campos agrícolas. universidad técnica de ambato facultad de ingeniería civil y mecánica carrera de ingeniería mecánica. disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26082/1/tesis%20i.m.%20393%20-%20alcaciega%20quina%20eduardo%20efra%20c3%adn.pdf>

Angulo, J. 2020. Identificación de los parámetros de vibraciones en motores de maquinaria agrícola. Universidad técnica del norte. Facultad de ingeniería en ciencias aplicadas. Carrera de ingeniería en mantenimiento automotriz. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10578/2/04%20maut%20114%20trabajo%20grado.pdf>

Arostegui, A. 2017. impacto de la tecnología en la estructura organizativa de las empresas agrarias de la región pampeana de la república argentina. un enfoque contingente. universidad de buenos aires facultad de ciencias economicas doctorado. disponible en [http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tesis/1501-1275\\_ArosteguiAO.pdf](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tesis/1501-1275_ArosteguiAO.pdf)

Barrientos, A; Cerro, J. 2016. El uso de robots en tareas agrícolas. La tendencia de futuro puede estar orientada a pequeños y versátiles robots. Disponible en <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/151745-El-uso-de-robots-en-tareas-agricolas.html>

- Buriticá, A. 2020. Importancia del uso de maquinaria y equipos en el Agro. Disponible en <https://blog.croper.com/importancia-del-uso-de-maquinaria-agricola-en-la-agricultura/>
- Calvo, A. 2019. La tecnología agrícola y la evolución del tractor en el futuro. Tecnología e innovación. Disponible en <https://www.agroptima.com/es/blog/tecnologia-agricola-evolucion-tractor/>
- Campos, J. 2021. Tecnologías emergentes y agricultura de precisión en cultivos tridimensionales. Implementación y mejora de las técnicas de aplicación de fitosanitarios en viña. Universidad Politécnica de Catalunya. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=298971>
- Casanova, M. 2023. Tecnologías emergentes: un nuevo horizonte para la innovación. Santander Universidades. Disponible en <https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/tecnologia-emergente.html>
- Castro, R. 2021. Tractores Autónomos - La nueva realidad del campo a nivel mundial. Disponible en <https://opf.news/tractores-autonomos/>
- Castro, R; Rosales, A. 2023. Tecnologías emergentes en la agricultura ecuatoriana: caso de estudio en la provincia de Imbabura. Disponible en <https://compravende.ec/tecnologias-emergentes-en-la-agricultura-ecuatoriana-caso-de-estudio-en-la-provincia-de-imbabura/>
- Catalán, H. 2016. Robots agrícolas ayudando a la agricultura. Revista Agricultura ha renovado su web. Disponible en [https://archivo.revistaagricultura.com/maquinaria-agricola/maquinaria/robots-agricolas-ayudando-a-la-agricultura\\_13780\\_120\\_17170\\_0\\_1\\_in.html](https://archivo.revistaagricultura.com/maquinaria-agricola/maquinaria/robots-agricolas-ayudando-a-la-agricultura_13780_120_17170_0_1_in.html)

- Cortés, M; Alvares, M; González, F. 2015. LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA: GESTIÓN, SELECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LA MAQUINARIA PARA LAS OPERACIONES DE CAMPO. Vol. 4, Núm. 2. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 1900-9607. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3214/321428102015.pdf>
- Díaz, L. 2023. La incorporación de nuevas tecnologías y algunos de sus componentes problemáticos en el modelo agrícola argentino del siglo XXI. Red Internacional de Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo. 1666-2830. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/124/12420824006.pdf>
- Espinoza, J. 2021. Control de maleza mediante la robótica. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/5862/586268743008/>
- Esquivel, R. 2016. EQUIPO DE FUMIGACIÓN PROFESIONAL Y DOMÉSTICO. Disponible en <https://www.revista.ferrepat.com/herramientas/equipo-de-fumigacion-profesional-domestico/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Núm. 24. Gestión integrada de cultivos. 1020-5810. Disponible en <https://www.fao.org/3/cb2186es/cb2186es.pdf>
- Ferrovial. 2018. Tecnologías emergentes. Disponible en <https://www.ferrovial.com/es/innovacion/digital-hub/tecnologias-emergentes/>
- Flores, A. 2019. Desarrollo de un robot móvil autónomo, para el transporte y reparto de paquetería liviana en Laar Courier. Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17151>

- Gaima, S. 2022. El beneficio de usar el pulverizador para tus cosechas. Disponible en <https://www.gaima.net/noticia/los-beneficios-de-usar-el-pulverizador-para-tus-cosechas>
- García, G. 2020. Oz, Ted y Dino, tres desmalezadoras eléctricas y autónomas que ayudarán a los agricultores en su día a día. Disponible en [https://www.hibridosyelectricos.com/coches/oz-ted-dino-desmalezadoras-electricas-autonomas\\_33165\\_102.html](https://www.hibridosyelectricos.com/coches/oz-ted-dino-desmalezadoras-electricas-autonomas_33165_102.html)
- Gómez, R. 2019. Inteligencia artificial en la agricultura. Disponible en <https://www.uaa.edu.py/cdn/files/51e0d56daf8b58a97a9d80ef9a5d.pdf>
- González, J; Garcia, Y. 2016. Los tractores en una agricultura agroecológica y sostenible. Universidad Las Tunas. Disponible en <https://jaimegomez.blogs.uva.es/files/2016/05/Tesis-Sergio-Alonso.pdf>
- Gutiérrez, E. 2020. Afectaciones físicas ocasionadas por la cosecha mecanizada de caña azúcar (*Saccharum officinarum* L.), frente de corte número 1, Ingenio Montelimar, San Rafael del Sur, Managua 2018-2019. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA. FACULTAD DE AGRONOMÍA. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/4370/1/tnf01g984a.pdf>
- Hernández, K. 2022. Tecnologías emergentes: qué son y cómo aplicarlas en tu empresa. Disponible en <https://www.servnet.mx/blog/tecnologias-emergentes-que-son-y-como-aplicarlas-en-tu-empresa>
- InfoAgro. 2020. AGROTECNOLOGÍA PARA UN CAMPO MAS PRODUCTIVO. Disponible en <https://mexico.infoagro.com/agrotecnologia-para-un-campo-mas-productivo/>
- Jacto, M. 2023. Características de un buen pulverizador autónomo. Disponible en <https://bloglatam.jacto.com/pulverizador-autonomo/>

- Jaramillo, C. 2016. Adopción de innovaciones tecnológicas en productores agrícolas de Cosmito, Region de Biobio. Universidad de concepción. Facultad de Ciencias Sociales. Magister en Investigación Social y Desarrollo. Disponible en [http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/2551/3/Tesis\\_Adopcion\\_de\\_Innovaciones.pdf](http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/2551/3/Tesis_Adopcion_de_Innovaciones.pdf)
- Lenz, M. 2017. Que es fumigación. Disponible en <https://www.marcialenz.com/blog/que-es-fumigacion>
- León, D. 2022. Tendencias tecnológicas de mayor impacto en el Ecuador 2022 - Evolucionando Digitalmente los Negocios. Disponible en [https://www.ey.com/es\\_ec/consulting/tendencias-tecnologicas-de-mayor-impacto-en-el-ecuador-para-el-a1](https://www.ey.com/es_ec/consulting/tendencias-tecnologicas-de-mayor-impacto-en-el-ecuador-para-el-a1)
- Linkedin. 2023. Tecnologías Emergentes para Enfrentar los Desafíos del Cambio Climático en la Agricultura. Disponible en <https://www.linkedin.com/pulse/tecnolog%C3%ADas-emergentes-para-enfrentar-los-desaf%C3%ADos-del-cambio/?originalSubdomain=es>
- López, F. 2021. Inteligencia Artificial aplicada a la agricultura de precisión. Control de hongos en la planta de tomate. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA GRADUADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA MENCIÓN SISTEMAS DE INFORMACIÓN. Disponible en <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/23510/Fouquet%20Caldar%C3%B3n%20Fabrice%20Memoria.pdf?sequence=1>
- Lozano, A. 2020. Robots desmalezadores, posible alternativa al uso de herbicidas. Disponible en <https://agroexcelencia.com/robots-desmalezadores-posible-alternativa-al-uso-de-herbicidas/>
- Macías, I; Barrera, A; Ramírez, L; Arzube, M. 2017. SURGIMIENTO Y DESARROLLO DE COSECHADORAS DE CEREALES. CASO DE ESTUDIO CUBA. Vol. 4, N°1. Revista Científica y Tecnológica UPSE. Disponible en

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7669/1/UPSE-RCT-2017-Vol.4-No.1-007.pdf>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2020. Arroceros pueden acceder a niveladoras láser para preparar los suelos. Disponible en <https://www.agricultura.gob.ec/arroceros-pueden-acceder-a-niveladoras-laser-para-preparar-los-suelos/#:~:text=Se%20trata%20de%20implementos%20para,cultivos%20m%C3%A1s%20sanos%20y%20productivos>.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2021. Jóvenes se capacitan en el manejo de drones para la producción agrícola. Disponible en <https://www.agricultura.gob.ec/jovenes-se-capacitan-en-el-manejo-de-drones-para-la-produccion-agricola/>

Martínez, D. 2020. Agricultura 4.0: la robótica agrícola y el futuro de la agricultura. Revista Agricultura. Disponible en <https://www.revistaagricultura.com/Noticias/Noticia/7956/agricultura-4-0-la-robotica-agricola-y-el-futuro-de-la-agricultura>

Navarro, M. 2018. Nivelación de tierras: una opción viable para el uso eficiente y gestión sustentable del agua en la agricultura. Vol. 20. Revista Ingeniería y Región. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7434888.pdf>

Palacios, J; Ponce, K; Maya, E; Peluffo, D; Navarrete, K; Domínguez, H. 2017. Diseño de una red de sensores con tecnología 802.15.4 basado en el concepto de agricultura de precisión aplicada a cultivos de hortalizas bajo invernadero: Una prueba piloto. Disponible en <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1456/pdf>

Pereira, C; Maycotte, C; Restrepo, E; Montes, A. 2017. Maquinaria agrícola 1. Universidad Mayor San Andrés – Bolivia. Disponible en

[https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4778/maquinaria\\_agricola.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4778/maquinaria_agricola.pdf)

Pérez, A. 2019. Los avances tecnológicos en la maquinaria agrícola. disponible en [https://agrodesguaces.com/blog/114\\_avances-tecnologicos-en-la-maquinaria-agricola.html](https://agrodesguaces.com/blog/114_avances-tecnologicos-en-la-maquinaria-agricola.html)

Pino, E. 2019. Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología. Vol. 37, Núm. 1. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú. Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v37n1/0718-3429-idesia-00402.pdf>

Purcell, L. 2023. Lo esencial para la poda de árboles. Disponible en <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/fnr/fnr-506-s-w.pdf>

Ramírez, R; Reyes, R. 2015. Diseño e implementación de un robot autónomo móvil usando tecnología FPGA. Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10429/1/UPS-GT001506.pdf>

Ramos, R. 2021. Adaptación y organización del parque de cosechadoras de cereales de la empresa de Maquillero HELSCEAGRO, SL para mejorar su eficiencia y productividad. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y Biosistemas. Disponible en [https://oa.upm.es/69917/1/TFG\\_RIANSARES\\_RAMOS\\_PULPON.pdf](https://oa.upm.es/69917/1/TFG_RIANSARES_RAMOS_PULPON.pdf)

Rico, F. 2016. Poda y raleo: por la calidad y la prevención. Revista Forestal. Disponible en <https://www.revistaforestal.uy/silvicultura/poda-y-raleo-por-la-calidad-y-la-prevencion.html>

Rinoagro. 2019. La importancia de la maquinaria agrícola en la agricultura. Disponible en <https://rinoagro.com/maquinaria-agricola-en-la->



- Sierra, L; Herrera, J; García, A; Alarcón, R; Fernández, J. 2012. Valoración técnica y económica de la nivelación con láser y tradicional en el arroz de la provincia Granma. Vol. 2, Núm. 1. Revista Ingeniería Agrícola. 2306-1545. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/5862/586262034002.pdf>
- Sotomayor, O; Ramirez, E; Martinez, H. 2022. Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/787ce64b-7f95-4a27-aad9-0a3dc9a3bb70/content>
- Thompson, G; Guss, D. 2022. Pulverizadores autónomos para frutales: La próxima revolución en equipamiento agrícola. Disponible en <https://www.agromillora.com/olint/pulverizadores-autonomos-para-frutales-la-proxima-revolucion-en-equipamiento-agricola/>
- Tovar, J; Solórzano, J; Badillo, A; Rodríguez, G. 2019. Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual. Núm. 22. Universidad Católica Luis Amigo. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/6139/613964509009/html/>
- Vázquez, M 2023. Los tractores y el futuro. Disponible en [https://muvicla.org/media/evento-doc/tractores\\_futuro\\_interempresas.pdf](https://muvicla.org/media/evento-doc/tractores_futuro_interempresas.pdf)
- Wandel, M. 2021. Nuevas tecnologías y agricultura 4.0: impacto en los recursos humanos de la industria agrícola en Centroamérica. Universidad Pontificia Comillas. Disponible en <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/436808/retrieve>

## 4.2. ANEXOS

### Anexo 1. Tractores autónomos para labrar la tierra



### Anexo 2. Cosechadoras autónomas



**Anexo 3. Desmalezador autónomas para la eliminación de la maleza**



**Anexo 4. Pulverizadores autónomos**



**Anexo 6. Receptor Starfire™ 6000**



**Anexo 7. Monitor Gen 4 Universal 4640: Para Operaciones Avanzadas**



Anexo 8. Monitor Gen 4 Universal 4240: Control Total



Anexo 9. Monitor Gen 4 Universal 4240: Control Total



## Anexo 10. Banderillero Satelital Parallel Tracking

