



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN EN EL SECTOR  
AGROPECUARIO: CASO USO DE DRONES NO TRIPULADOS EN LA  
PROVINCIA DE EL ORO

ALVARADO MENENDEZ KLEBER ANDRES  
ECONOMISTA AGROPECUARIO

MACHALA  
2023



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN EN EL SECTOR  
AGROPECUARIO: CASO USO DE DRONES NO TRIPULADOS EN  
LA PROVINCIA DE EL ORO

ALVARADO MENENDEZ KLEBER ANDRES  
ECONOMISTA AGROPECUARIO

MACHALA  
2023



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

EXAMEN COMPLEXIVO

IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN EN EL SECTOR AGROPECUARIO: CASO  
USO DE DRONES NO TRIPULADOS EN LA PROVINCIA DE EL ORO

ALVARADO MENENDEZ KLEBER ANDRES  
ECONOMISTA AGROPECUARIO

ESPINOSA AGUILAR MARCOS ANTONIO

MACHALA, 10 DE MARZO DE 2023

MACHALA  
10 de marzo de 2023

# Importancia de la innovación en el Sector Agropecuario: Caso uso de drones no tripulados en la provincia del Oro\_3

*por Kleber Andres Alvarado Menendez*

---

**Fecha de entrega:** 27-feb-2023 03:47p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2024609562

**Nombre del archivo:** ALVARADO\_MENENDEZ\_KLEBER\_ANDRES\_3.docx (168.8K)

**Total de palabras:** 3783

**Total de caracteres:** 21128

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ALVARADO MENENDEZ KLEBER ANDRES, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Importancia de la innovación en el Sector Agropecuario: Caso uso de drones no tripulados en la provincia de el Oro, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 10 de marzo de 2023



ALVARADO MENENDEZ KLEBER ANDRES  
0704261544



UNIVERSITAS  
MAGISTROURUM  
ET SCHOLARIUM

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>7</b>
2.1. LA INNOVACIÓN EN EL SECTOR AGROPECUARIO .....	7
2.2. AGRICULTURA 4.0 .....	8
2.3. DRONES (VANT) .....	9
2.4. USO DE DRONES EN LA AGRICULTURA A NIVEL MUNDIAL .....	9
2.5. USO DE DRONES EN LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EN ECUADOR Y LA PROVINCIA DE EL ORO.....	11
2.6. PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE LA PROVINCIA DE EL ORO .....	11
2.7. EMPRESAS DEDICADAS A LA COMERCIALIZACIÓN DE DRONES EN LA PROVINCIA DE EL ORO.....	12
<b>3. CONCLUSIONES .....</b>	<b>16</b>
<b>4. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>18</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Compañías con actividad económica registrada bajo la clasificación A0161 ..	12
Tabla 2. Compañías que prestan servicios para el sector agrícola .....	13
Tabla 3. Situación financiera de las empresas .....	13

## RESUMEN

La contribución de la agricultura a la economía de las naciones es significativa, tanto desde el punto de vista de la seguridad alimentaria como también de las exportaciones, las cuales generan ingresos económicos para los países y sus habitantes, en Ecuador, las actividades agrícolas contribuyen al producto interno bruto (PIB) con el 7,81%, es decir, su contabilidad y los ingresos que generan estas actividades son muy importantes para la economía de la nación y para sus habitantes, considerando este contexto, se plantea como objetivos de la investigación: “analizar de forma bibliográfica la importancia del uso de drones en la agricultura, como una herramienta para la agricultura eficiente y de precisión”, para esto se recurrió en primer lugar a información bibliográfica que permita establecer la importancia de esta tecnología para el sector agropecuario, la misma que, como se puede evidenciar en la revisión, han sido utilizados para funciones como conocer la distribución precisa del nitrógeno en los cultivos, estimar el contenido de agua presente en las hojas de las plantas de forma remota, entre otras funciones; las empresas dedicadas a proveer productos o servicios de aviones no tripulados en la provincia de El Oro son: AGRODRONEEC S.A.S., DRONE FARMING, y SETEAGRI S. A., de estas, sólo las dos primeras aparecen como empresas activas, ya que SETEAGRI S. A., no ha presentado sus obligaciones fiscales correspondientes al periodo 2021.

Palabras clave: innovación, drones, seguridad alimentaria, agricultura 4.0, agricultura de precisión.



## **ABSTRACT**

The contribution of agriculture to the economy of nations is significant, both from the point of view of food security and exports, which generate economic income for countries and their inhabitants, in Ecuador, agricultural activities contribute to the gross domestic product (GDP) with 7.81%, that is, its accounting and the income generated by these activities are very important for the nation's economy and for its inhabitants, considering this context, it is proposed as research objectives : "analyze in a bibliographic way the importance of the use of drones in agriculture, as a tool for efficient and precision agriculture", for this, bibliographic information was used in the first place to establish the importance of this technology for the agricultural sector , the same that, as can be seen in the review, have been used for functions such as knowing the precise distribution of n nitrogen in crops, estimate the water content present in the leaves of plants remotely, among other functions; The companies dedicated to providing unmanned aircraft products or services in the province of El Oro are: AGRODRONEEC S.A.S., DRONE FARMING, and SETEAGRI S.A., of these, only the first two appear as active companies, since SETEAGRI S.A. has not presented their tax obligations for the period 2021.

Keywords: innovation, drones, food safety, agriculture 4.0, precision agriculture.

## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Martínez et al., (2022), la agricultura forma parte del sector primario de la economía, entre sus funciones específicas se encuentran la de producir alimentos, materias primas para el sector industrial, servicios ecosistémicos, entre otras; es decir, su contribución a la economía de las naciones es significativa, tanto desde el punto de vista de la seguridad alimentaria como también de las exportaciones, las cuales generan ingresos económicos para los países y sus habitantes.

A nivel mundial, la contribución de la agricultura al producto interno bruto (PIB) se incrementó un 68% entre los años 2000 y 2018, esto evidencia su importancia para el desarrollo de las naciones, es responsable de abastecer de alimentos a la población, también contribuye significativamente al desarrollo sostenible, la disminución de los índices de pobreza, promueve la creación de fuentes de empleo, entre otros beneficios (Carrillo et al., 2021).

En Ecuador, de acuerdo con el Banco Central del Ecuador (2022), las actividades agrícolas contribuyen al producto interno bruto (PIB) con el 7,81%, es decir, su contabilidad y los ingresos que generan estas actividades son muy importantes para la economía de la nación y para sus habitantes por ser una fuente generadora de empleo para miles de personas.

Según Bautista et al., (2020), la importancia de este sector económico ha hecho que cada día se busque mejorar con la finalidad de resguardar la seguridad alimentaria, la misma que depende de factores como las condiciones del suelo agrícola, las plagas y enfermedades de los cultivos, el clima, al igual que de las formas de producción, esto ha hecho que los investigadores busquen constantemente innovaciones que permitan hacer más eficientes las actividades agrícolas.

Una de las formas de hacer más eficiente la agricultura es mediante la reducción de los gastos que se generan en actividades como el monitoreo, aplicación de agroquímicos, obtención de mapas del suelo, entre otras actividades, lo que ha llevado a este tipo de actividades al uso de drones no tripulados como parte de la agricultura de precisión (Ríos, 2021).

Considerando este contexto, se plantea como objetivos de la investigación:

**Objetivo general:**

Analizar de forma bibliográfica la importancia del uso de drones en la agricultura, como una herramienta para la agricultura eficiente y de precisión.

**Objetivos específicos:**

- Establecer las principales actividades agrícolas en las que se está utilizando drones no tripulados en la actualidad y cuáles son los servicios que estos prestan.
- Identificar las empresas en la provincia de El Oro que proveen el servicio de drones no tripulados para el sector agrícola y los servicios específicos que estas prestan.

## 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1. La innovación en el sector agropecuario

De acuerdo con Chavez & Müller (2020), se entiende a la innovación como un proceso en el cual la sociedad construye tecnología y a su vez la tecnología construye sociedad, este proceso se produce en condiciones de incertidumbre y comprende una diversidad de procedimientos y formas de organización; todo proceso de innovación involucra interacción entre grupos de personas heterogéneos, que hacen posible el intercambio de conocimientos e información.

En el caso específico del sector agrícola, los productores deben ser parte de una organización interactiva conformada por actores locales y transnacionales, los cuales pueden provenir del agro, el sector servicios, la industria, el gobierno, entre otros; todos ellos relacionados entre sí con la finalidad de impulsar el desarrollo de las actividades agrícolas, resolver los problemas del sector y buscar soluciones (Hernández, 2019). “Las prácticas que no forman parte del manejo convencional de un agricultor, pueden considerarse una innovación” (Juarez, 2020, p. 5).

De acuerdo con Triana & Marini (2021), en los países en vías de desarrollo las actividades agrícolas constituyen un factor importante para el desarrollo económico, por lo que para hacer más eficiente y competitivo a este sector económico es fundamental la aplicación de innovaciones en los procesos de producción, con la finalidad de favorecer los niveles de productividad; los productores agrícolas, al adoptar un proceso de innovación en sus unidades de producción están aportando un efecto significativo en el ámbito social y económico.

El sector agrícola es el motor de desarrollo para los países en escasos recursos económicos, es por esto que los procesos de innovación que se implementen deben ser coherentes con su realidad, requerimientos y potencialidades, esto les permitirá ser una contribución para el desarrollo sostenible; para esto es importante contar con mecanismos de gobernanza relacional y gestión social del desarrollo territorial, un entorno político-institucional favorable, acompañamiento técnico y los recursos acordes con sus características o requerimientos, y redes o sistemas territoriales de innovación” (Samper, 2019, p. 194).

Parte importante de la innovación para el sector agropecuario está constituida por el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), estas han sido las promotoras de la transformación digital del sector, por lo que en la actualidad han sido reconocidas como un factor crucial para el progreso hacia una agricultura inteligente y sostenible (Ojeda Beltran, 2022).

## **2.2. Agricultura 4.0**

La agricultura 4.0 constituye la cuarta revolución agrícola, esta recurre al uso de las tecnologías digitales y progresa con la finalidad de tener un sector agrícola más inteligente, eficiente y responsable social y ambientalmente; como consecuencia de esto, han surgido diferentes tecnologías agrícolas que permiten mejorar la sostenibilidad de la producción y el descubrimiento de métodos más eficaces. Estas tecnologías incluyen “todos los procesos de digitalización y automatización en los negocios y nuestra vida diaria, incluidos Big Data , Inteligencia Artificial (IA), robots, Internet de las cosas (IoT) y realidad virtual y aumentada” (Javaid et al., 2022).

Según Abbasi et al., (2022), las herramientas que proporciona la agricultura 4.0 a los agricultores les permite hacer frente a varios desafíos asociados con la producción de alimentos y los niveles de productividad, la contaminación ambiental, la seguridad alimentaria, la pérdida de los cultivos y la sostenibilidad, un ejemplo claro de esto son los sistemas habilitados para internet de las cosas (IoT), por medio de estos, los productores agrícolas se pueden conectar a las granjas de manera remota, sin importar si están cerca o lejos, a fin de monitorear y controlar las actividades agrícolas.

La factibilidad de recurrir a nuevas tecnologías para el sector agropecuario se relaciona con la promesa de una mayor producción de alimentos y el menor consumo de recursos naturales, por lo que resulta importante asegurar que estas nuevas tecnologías disminuyan y no aumenten las desigualdades sociales, para esto es importante analizar cuáles son las tecnologías más apropiadas para el sector de acuerdo con sus características (Mühl & de Oliveira, 2022). Una de las herramientas tecnológicas que se está utilizando actualmente en la agricultura es el uso de satélites, aviones no tripulados por el ser humano y los drones, los cuales se utilizan principalmente para actividades de teledetección.

### **2.3. Drones (VANT)**

Los drones o vehículos aéreos no tripulados (VANT) o aeronaves pilotadas a distancia, a diferencia de otras tecnologías usadas para teledetección presentan varias ventajas, entre estas, la entrega de imágenes de alta calidad y resolución incluso en días nublados, disponibilidad y velocidad de transferencia, son muy rentables y de fácil instalación y mantenimiento (Rejeb et al., 2022).

En la actualidad el uso de estos dispositivos no tripulados se ha extendido a nivel mundial, la demanda de sus aplicaciones multipropósito va en crecimiento, esto se debe a su particularidad de ser omnipresentes, presentan un ojo de pájaro por medio del cual es posible activar la visualización del entorno en cualquier momento y lugar (Yaacoub et al., 2020).

De acuerdo con Klauser & Pauschinger (2021), si bien es cierto, los drones han proliferado en diversos campos profesionales, este tipo de tecnología parece particularmente adecuada para las actividades agrícolas, más aun tomando en cuenta las restricciones legales que existen en algunos países con relación al uso de este tipo de dispositivos sobre espacios urbanos con mayor densidad poblacional.

### **2.4. Uso de drones en la agricultura a nivel mundial**

Los drones en la actualidad se están utilizando para una gran cantidad de actividades relacionadas con el sector agrícola, algunas de estas se detallan a continuación:

Conocer la distribución precisa del nitrógeno en los cultivos hace posible tomar decisiones acerca de las cantidades de fertilizante a utilizar de acuerdo al lugar de explotación, es por esto que Raj et al. (2021), en su investigación plantean el uso de drones con la finalidad de tomar imágenes fotográficas hiperespectrales de píxeles puros de 400–1000 nm de la parte superior del dosel, las cuales han sido tomadas de un cultivo de maíz tratado con varios niveles de agua y nitrógeno. Para esta investigación se consideró oportuno establecer diferencia entre las áreas con estrés hídrico y sin estrés, debido a que el modelo propuesto funcionó mejor en aquellas áreas con estrés hídrico.

Uno de los grandes desafíos para la agricultura de precisión es la estimación del contenido de agua presente en las hojas de las plantas de forma remota, este indicador permite medir el estrés hídrico de las plantas; Raj et al. (2021), en su investigación desarrollaron un modelo para estimar los niveles de agua tomando en cuenta para esto índices sensibles al agua en una región de Murcia, España, de píxeles puros de alta resolución espacial

(Rango: 400–1000 nm), datos hiperespectrales obtenidos mediante el uso de drones; se pudo identificar un total de siete longitudes de onda sensibles al agua, y se crearon mapas a escala de granja, por medio de los cuales fue posible distinguir entre parcelas con estrés y sin estrés hídrico.

Un campo de interés para la agricultura es la medición de la fluorescencia de clorofila inducida por el sol (SIF), es por esto que Wang et al. (2021), presentaron en su investigación el sistema FluorSpec, el mismo brinda mediciones SIF a nivel campo por medio de un avión no tripulado; el sistema se compone de un espectrómetro configurado para valorar en el oxígeno bandas de absorción a una resolución de subnanómetros, fibra óptica bifurcada y un telémetro láser. De acuerdo con los resultados obtenidos, el sistema tiene la capacidad para medir de forma confiable la fluorescencia de las plantas a nivel del suelo y del campo.

De acuerdo con la investigación realizada por Kreuze et al. (2022), los drones son capaces de capturar datos de alta resolución espectral y espacial, de esta manera pueden detectar enfermedades en campos y paisajes debido a que se encuentran equipados con inteligencia artificial, esto les permite tener un método preciso de detección; así lo demostraron en la República Democrática del Congo, donde se mapearon campos de banano y se analizaron imágenes de drones, las cuales fueron capaces de reconocer enfermedades virales como la del cogollo racimoso del banano (BBTV) y la marchitez bacteriana por *Xanthomonas wilt* (Kreuze et al. 2022).

En países del este de África, como Nigeria se utilizaron drones con capacidad de capturar imágenes aéreas multiespectrales RGB de alta resolución de los sitios geográficos, los cuales permitieron la identificación e integración de un sistema multicultivo donde se podía identificar la diferencia espectral de cada planta (maíz y banano), con una precisión global media del 93%, superior a la que se puede obtener con el satélite Sentinel 2A. El uso de drones con inteligencia artificial (IA) sugiere la aplicación de sistemas mixtos complejos, sostenibles factibles (Alabi et al., 2022).

En China, los investigadores Ye et al. (2020), realizaron un modelo para detectar *fusarium* usando ocho índices de vegetación relacionados con la absorción del pigmento y cambios del crecimiento de la planta tomando en cuenta características bioquímicas y biofísicas, entre estas se incluye el índice de clorofila verde, entre otros. Esto les permitió tener resultados con una precisión del 91.7%.

## **2.5. Uso de drones en las actividades agrícolas en Ecuador y la provincia de El Oro**

En Ecuador, en la provincia del Guayas se utilizó un dron con cámaras espectrales y se realizó un estudio nutricional de una plantación de banano de 10 hectáreas, obteniendo resultados favorables a través del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), el cual permitió hacer correcciones nutricionales preventivas; además de la determinación de la heterogeneidad que puede tener el área de estudio, es decir, áreas con mayor y menor humedad, para optimización del sistema de riego (Gaibor, 2022).

Tomala (2022), en su investigación realizó una comparación entre el uso de drones y avionetas para fumigar plantaciones de banano, donde se llegó a la conclusión que el uso de drones es más económico y eficiente para el control de la Sigatoka Negra en las plantaciones de banano, pero consume más tiempo para fumigar una finca debido al tamaño del ala de los drones.

Por otro lado, en la provincia de El Oro Coronel et al. (2021), mencionan que para mejorar las buenas prácticas agrícolas es necesario incluir la tecnología, y concluyen que se puede mejorar los niveles de productividad mediante el uso de drones de aerofumigación, sin embargo, hace falta mayor influencia de la academia con la generación de conocimiento para que este llegue al sector agroempresarial y se explote todo el potencial de la tecnología de aviones no tripulados dentro de la provincia.

Tomando en cuenta el trabajo de investigación de Morán & Valle (2022), plantean un plan de negocios con la finalidad de utilizar drones para fumigación aérea en plantaciones de banano dirigido para pequeños y medianos productores, el precio por hectárea de fumigación con drones sería de \$15, con indicadores que determinan que el proyecto es rentable aportando a los bananeros estrategias de comercialización sostenibles. Por lo tanto, la utilización de drones en el sector bananero representa una oportunidad de diversificación agropecuaria a través de la innovación.

## **2.6. Producción agropecuaria de la provincia de El Oro**

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2022), la provincia de El Oro tiene cultivos permanentes con mayor producción, estos son el banano y caña de azúcar. Entre los cultivos transitorios con mayor producción, se tiene al arroz en cáscara y al maíz seco duro. En 2021, la participación sobre la producción anual de banano en la provincia de El Oro correspondió un 22.47%, es decir, el tercer más importante del país,



y el arroz en cáscara representó el 0.68%, con respecto a la producción nacional. Además, el ganado vacuno lideró el sector pecuario con el 3.42% del total nacional.

El sector bananero en la provincia de El Oro, en comparación a las provincias del Guayas y Los Ríos, presenta mayor distribución de la riqueza teniendo una división entre pequeños y medianos productores. Esto representa un gran ingreso de divisas para la provincia tomando en cuenta que Ecuador es el mayor exportador de bananos del mundo; que exportó aproximadamente 6.9 millones de toneladas de banano en 2021 (Martínez et al., 2023).

## 2.7. Empresas dedicadas a la comercialización de drones en la provincia de El Oro

De acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las empresas dedicadas a brindar apoyo a la agricultura se encuentran ubicadas en la clasificación con el código A0161 en la Superintendencia de Compañías y Seguros, de esta se desglosan las siguientes actividades económicas:

Tabla 1. Compañías con actividad económica registrada bajo la clasificación A0161

<b>Código</b>	<b>Actividad económica</b>
A0161.1	Actividades agrícolas a cambio de una retribución o por contrato
A0161.11	Actividades de acondicionamiento de terrenos
A0161.12	Actividades de plantación o siembra de cultivos y cosecha
A0161.13	Actividades de fumigación de cultivos, incluida la fumigación aérea; tratamiento de cultivos, control de plagas (incluidos los conejos); en relación con la agricultura.
A0161.14	Poda de árboles frutales y viñas, trasplante de arroz y entresacado de remolacha

Fuente: Superintendencia de compañías y Seguros (2023)

Bajo estos códigos se encuentran registradas en el Ecuador un total de 867 empresas, de las cuales, 24 se encuentran registradas en la provincia de El Oro, y 19 se encuentran registradas como empresas activas en el portal de la Superintendencia de Compañías y Seguros.

Tabla 2. Compañías que prestan servicios para el sector agrícola

<b>NOMBRE</b>	<b>Provincia</b>	<b>CIU NIVEL 6</b>
APACSA AGROLINEAS DEL PACIFICO SA	El Oro	A0161.02
AVIMAQ C LTDA	El Oro	A0161.02
FUMIGADORA PALACIOS MARQUEZ FUMIPALMA S.A.	El Oro	A0161.02
BUSINESSUR S.A.	El Oro	A0161.01
AEROVIAS ORIENTALES AERORIENT CIA. LTDA.	El Oro	A0161.02
RIEGORO S.A.	El Oro	A0161.04
FUMIGADORA DEL CAMPO FUMICAMPO S.A.	El Oro	A0161.02
CONCALCAM S.A.	El Oro	A0161.01
HELICÓPTEROS VALDEZ & CARVALLO AERVIPS CIA.LTDA.	El Oro	A0161.02
APLISAGRO CIA.LTDA.	El Oro	A0161.02
DRONE FARMING DROFARM S.A.	El Oro	A0161.02
SERVICIOS TECNOLÓGICOS PARA AGRICULTURA SETEAGRI	El Oro	A0161.02
AGRODRONEEC S.A.S.	El Oro	A0161.02
FUMICUA CIA.LTDA.	El Oro	A0161.02
FUMFISA CIA.LTDA.	El Oro	A0161.02
TECNICAS Y SERVICIOS AGRICOLAS TESERAGRI S.A.	El Oro	A0161.02
AGRICULTURA TOTAL OMNIAGRI S.A.	El Oro	A0161.02
FUMISUR S.A.S.	El Oro	A0161.02
NOVAGRO CIA.LTDA.	El Oro	A0161.03

Fuente: Superintendencia de compañías y Seguros (2023)

De todas las empresas registradas como prestadoras de servicios para el sector agrícola en la provincia de El Oro, solo las siguientes empresas prestan el servicio de fumigación aérea con drones: DRONE FARMING DROFARM S.A., SERVICIOS TECNOLÓGICOS PARA AGRICULTURA SETEAGRI SOCIEDAD ANÓNIMA, y AGRODRONEEC S.A.S.

De acuerdo con la información anual presentada por estas empresas a la Superintendencia de Compañías y Seguros, los resultados económicos para el año 2021 han sido los siguientes:

Tabla 3. Situación financiera de las empresas

<b>Empresa</b>	<b>Total activo</b>	<b>Total pasivos</b>	<b>Ingresos totales</b>	<b>Utilidades netas</b>
AGRODRONEEC S.A.S.	\$ 31.395,17	\$ 26.395,17	\$ -	\$ -
DRONE FARMING	\$ 65.615,01	\$ 99.784,33	\$ 9.092,29	\$-34.969,00
SETEAGRI S. A.	No ha presentado información financiera			

Fuente: Superintendencia de compañías y Seguros (2023)

Como se puede apreciar en la información financiera de las empresas, ninguna de las tres tiene una situación favorable. AGRODRONEEC S.A.S., no ha tenido utilidades durante el año 2021, mientras que la empresa DRONE FARMING ha presentado pérdidas durante el periodo fiscal 2021. Por otra parte, la empresa SETEAGRI S. A., no ha presentado sus obligaciones fiscales correspondientes al periodo 2021.

En lo que respecta a las características y los precios, sólo la empresa AGRODRONEEC S.A.S facilitó información, la misma que se detalla a continuación:

**Modelo: X25RTK**  
**Marca: Eagle Brother**



**Características:**

- Protección IP56
- Sistema de riego inteligente
- Baterías inteligentes
- Opción de regreso a casa
- Seguimiento de terreno
- Plataforma en la web para control de fumigación y seguimiento en tiempo real.

- Aplicación de sólidos.
- Luces para operación nocturna
- Cámara FTV, permite visualizar el trabajo en tiempo real.
- Operación manual y automática.
- Capacidad de reservorio para líquidos: 25 Lt.
- Capacidad de reservorio para sólidos: 22 Lt
- Boquillas: 8 Boquillas de abanico plano Teejet XR11001VS

Contenido del kit

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Drone X25RTK, Semi nuevo	01
Baterias Battery *22000mah, 14S1P, 51.8V con 90 ciclos de 300 ciclos de vida	06
Cargador inteligente	01
Control remote	01
Base de antenna RTK	01
Antena RTK	01
Generador 3500W, 10L tank, 12V 5A,	01
Kit de repuestos	01
Caja de Herramientas	01
Tanque de solidos	01

Precio: USD \$ 17500

Le precio incluye 3 días de capacitación

### 3. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el trabajo y con base en los objetivos planteados, se pudo establecer las siguientes conclusiones:

Como se puede evidenciar en la literatura revisada, los drones en la actualidad son muy importantes para el sector agrícola, se han hecho varias investigaciones dándole diferentes usos con la finalidad de hacer más eficiente este sector económico, sin embargo, todavía falta mucho por investigar, particularmente en nuestro medio, donde todavía es escasa la información que existe, por lo que los productores pueden tener cierto temor a invertir en este tipo de tecnología.

En lo que respecta al primer objetivo específico, las principales actividades agrícolas en las que se está utilizando drones, estos se han utilizado para conocer la distribución precisa del nitrógeno en los cultivos, estimar el contenido de agua presente en las hojas de las plantas de forma remota, para medir la fluorescencia de clorofila inducida por el sol, capturar datos de alta resolución espectral y espacial para detectar enfermedades en campos y paisajes, detectar *fusarium* en el cultivo de banano; mientras que en Ecuador, se han realizado estudios nutricionales en plantaciones de banano.

El tercer objetivo del trabajo consistió en la identificación de las empresas dedicadas a proveer productos o servicios de aviones no tripulados en la provincia de El Oro, para lo cual se recurrió a la información de la Superintendencia de Compañías; las empresas registradas como proveedoras de servicios de para el sector agropecuario y venta de drones en la provincia de El Oro son: AGRODRONEEC S.A.S., DRONE FARMING, y SETEAGRI S. A., de estas, sólo las dos primeras aparecen como empresas activas, ya que SETEAGRI S. A., no ha presentado sus obligaciones fiscales correspondientes al periodo 2021. La situación financiera de las dos empresas es difícil debido a que no han presentado utilidades durante el periodo 2021, y en el caso de DRONE FARMING a reportado pérdidas por \$-34.969,00.

#### **4. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar más investigaciones en las cuales se estudie todos los usos potenciales que se les puede dar a los drones en la agricultura, esto puede hacer que los productores tengan más confianza en el producto y que más empresas se decidan a invertir en este tipo de tecnología para el agro. Al existir una mayor demanda del producto, también van a existir un mayor número de empresas que se decidan a invertir en estos productos y como consecuencia, el precio de mercado va a disminuir debido a la ley de la oferta y la demanda, teniendo como beneficiado directo a los productores agrícolas.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasi, R., Martinez, P., & Ahmad, R. (2022). The digitization of agricultural industry – a systematic literature review on agriculture 4.0. *Smart Agricultural Technology*, 2(January), 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100042>
- Alabi, T. R., Adewopo, J., Duke, O. P., & Kumar, P. L. (2022). Banana Mapping in Heterogenous Smallholder Farming Systems Using High-Resolution Remote Sensing Imagery and Machine Learning Models with Implications for Banana Bunchy Top Disease Surveillance. *Remote Sensing*, 14(20), 1–22. <https://doi.org/10.3390/rs14205206>
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2022). *Sector Real-Cuentas nacionales trimestrales*. Banco Central Del Ecuador. <https://www.bce.fin.ec/informacioneconomica/sector-real>
- Bautista, V., Ken, C. A., & Keita, H. (2020). El papel de la agricultura en la seguridad alimentaria de las comunidades rurales de Quintana Roo: un ciclo autosostenido. In *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* (Vol. 30, Issue 56). <https://doi.org/10.24836/es.v30i56.987>
- Carrillo, F. M., Segovia, S. M., & Jijon, E. M. (2021). La Innovación en la Agricultura Digital. *Dominio de Las Ciencias*, 7(4), 1652–1658. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.2127>
- Chavez, M., & Müller, A. (2020). Procesos de innovación tecnológica en la agricultura familiar: análisis de dos modelos de salas queseras implementadas en Amblayo, Salta – Argentina. *Revista Americana de Empreendedorismo e Inovacao*, 2(1), 115–125.
- Coronel, J. L., Barrezueta, S. A., Carvajal, H. R., Cervantes, A. R., & Quezada, J. M. (2021). Análisis cualitativo de las externalidades económicas generadas por la industria bananera en la Provincia del Oro. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 7(5), 381–394. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2256>
- Gaibor, G. (2022). *Determinar el estado nutricional de la plantación bananera utilizando un vehículo aéreo no tripulado (DRON) en la finca La Gloria perteneciente al cantón El Triunfo provincia del Guayas* [Universidad Internacional SEK]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4878>
- Hernández, J. L. (2019). Sistema de innovación agrícola como estrategia de competitividad de los productores sonorenses en el contexto del TLCAN. *Estudios*

- Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(54), 1–35. <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.828>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2021). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2022). Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies. *International Journal of Intelligent Networks*, 3(October 2022), 150–164. <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2022.09.004>
- Juarez, N. H. (2020). Nichos de innovación en agroecología: un estudio de caso en el occidente de México. *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, 5(10), 1–34.
- Klauser, F., & Pauschinger, D. (2021). Entrepreneurs of the air: Sprayer drones as mediators of volumetric agriculture. *Journal of Rural Studies*, 84(1), 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.02.016>
- Kreuze, J., Adewopo, J., Selvaraj, M., Mwanzia, L., Kumar, L., Cuellar, W., Legg, J., Hughes, D., & Blomme, G. (2022). Innovative Digital Technologies to Monitor and Control Pest and Disease Threats in Root, Tuber, and Banana (RT&B) Cropping Systems: Progress and Prospects. In Springer (Ed.), *Root, Tuber and Banana Food System Innovations* (pp. 261–288). [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-92022-7\\_9](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-92022-7_9)
- Martínez, A. M., Tordecilla, L., Rodríguez, M., & Grandett, L. M. (2022). Análisis del desempeño del sector agropecuario colombiano: período 2005- 2020. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 9(1), 42–51. <https://doi.org/10.53287/ggti7139dp37w>
- Martínez, G., Olivares, B. O., Rey, J. C., Rojas, J., Cardenas, J., Muentes, C., & Dawson, C. (2023). The Advance of Fusarium Wilt Tropical Race 4 in Musaceae of Latin America and the Caribbean: Current Situation. *Pathogens*, 12(2), 1–24. <https://doi.org/10.3390/pathogens12020277>
- Morán, M., & Valle, J. (2022). *Plan de negocios para la implementación de una empresa de fumigación sostenible con drones para plantaciones de banano para pequeños productores* [Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/56636/1/D-P14947.pdf>
- Mühl, D. D., & de Oliveira, L. (2022). A bibliometric and thematic approach to agriculture 4.0. *Heliyon*, 8(5), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09369>



- Ojeda Beltran, A. (2022). Plataformas Tecnológicas en la Agricultura 4.0: una Mirada al Desarrollo en Colombia. *Computer and Electronic Sciences: Theory and Applications*, 3(1), 9–18. <https://doi.org/10.17981/cesta.03.01.2022.02>
- Raj, R., Walker, J. P., Pingale, R., & Naik, B. (2021). Leaf nitrogen content estimation using top-of-canopy airborne hyperspectral data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 104(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102584>
- Raj, R., Walker, J. P., Vinod, V., Pingale, R., Naik, B., & Jagarlapudi, A. (2021). Leaf water content estimation using top-of-canopy airborne hyperspectral data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 102(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102393>
- Rejeb, A., Abdollahi, A., Rejeb, K., & Treiblmaier, H. (2022). Drones in agriculture: A review and bibliometric analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 198(April), 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107017>
- Ríos, R. (2021). Uso de los Drones o Vehículos Aéreos no Tripulados en la Agricultura de Precisión. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(4), 74–84. <https://www.redalyc.org/journal/5862/586268743010/html/>
- Samper, M. (2019). Pertinencia del enfoque territorial para abordar las interacciones entre sistemas territoriales de agricultura familiar, agrobiodiversidad y cambio climático. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 189–198. <https://doi.org/10.15359/rca.53-2.11>
- Superintendencia de compañías y Seguros. (2023). *Portal de información/consulta de compañías*. Superintendencia de Compañías y Seguros. <https://appscvsconsultas.supercias.gob.ec/consultaCompanias/societario/busquedaCompanias.jsf>
- Tomala, Y. V. (2022). *Efecto de fumigación con dron y avioneta para el control de mycosphaerella fijiensis (sigatoka negra) en el cultivo de banano de variedad Williams* [Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TOMALA CHIMBO YOMIRA VERÓNICA.pdf>
- Triana, J. L., & Marini, K. (2021). Adopción de innovaciones en la agricultura familiar latinoamericana. *Pensamiento Actual*, 21(36), 189–200. <https://doi.org/10.15517/pa.v21i36.47095>
- Wang, N., Suomalainen, J., Bartholomeus, H., Kooistra, L., Masiliūnas, D., & Clevers,

- J. G. P. W. (2021). Diurnal variation of sun-induced chlorophyll fluorescence of agricultural crops observed from a point-based spectrometer on a UAV. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 96(December 2020), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102276>
- Yaacoub, J. P., Noura, H., Salman, O., & Chehab, A. (2020). Security analysis of drones systems: Attacks, limitations, and recommendations. *Internet of Things (Netherlands)*, 11(1), 1–39. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100218>
- Ye, H., Huang, W., Huang, S., Cui, B., Dong, Y., Guo, A., Ren, Y., & Jin, Y. (2020). Recognition of banana Fusarium wilt based on UAV remote sensing. *Remote Sensing*, 12(6), 1–14. <https://doi.org/10.3390/rs12060938>