



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA,**

**PESCA Y VETERINARIA**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**



## **TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

“Relevancia del uso del sistema de posicionamiento global (GPS)  
en la agricultura”

**AUTOR:**

Leon Briones Tania Liseth

**TUTOR:**

Ing. Agr. Marlon González Chica, MSc

**Babahoyo – Los Ríos – Ecuador**

**2022**

## RESUMEN

El presente documento trató sobre la importancia del uso del sistema de posicionamiento global (GPS) en la agricultura. Describir los beneficios primordiales y su eficacia. La agricultura se considera un desafío donde cada día hay mayor innovación para cubrir las diferentes necesidades que requiere el mercado agrícola. La utilización de nuevas tecnologías ayuda a producir más en un espacio limitado, optimizando la producción y disminuyendo pérdidas de productos, así como mejoran los costos de producción. El sistema de posicionamiento global (GPS) permite obtener estimaciones precisas de posicionamiento, velocidad y tiempo. Permitiendo la recolección de datos en tiempo real y durante las 24 horas del día. Muchos agricultores comienzan a utilizar productos derivados del GPS con el objetivo de mejorar las operaciones en sus actividades agrícolas, logrando diferentes beneficios como; menos desgastes de las maquinarias, disminución del consumo de combustible, disminución de los gastos de insumos como abonos, semillas y agroquímicos, además, permite el constante monitoreo del cultivo que ayuda a detectar a tiempo la presencia de enfermedades o deficiencias nutricionales y planificar parámetros productivos.

Palabras claves: GPS, agricultura, precisión, beneficios.

## **SUMMARY**

This document dealt with the importance of the use of the global positioning system (GPS) in agriculture. Describe the primary benefits and their effectiveness. Agriculture is considered a challenge where every day there is more innovation to cover the different needs required by the agricultural market. The use of new technologies helps to produce more in a limited space, optimizing production and reducing product losses, as well as improving production costs. The Global Positioning System (GPS) allows for precise estimates of position, speed and time. Allowing the collection of data in real time and 24 hours a day, many farmers begin to use products derived from GPS with the aim of improving operations in their agricultural activities, achieving different benefits such as; Less wear and tear on machinery, decreased fuel consumption, decreased costs of inputs such as fertilizers, seeds and agrochemicals, in addition, it allows constant monitoring of the crop that helps detect the presence of diseases or nutritional deficiencies in time and plan production parameters. .

Keywords: GPS, agriculture, precision, benefits.

## INDÍCE

RESUMEN.....	II
SUMMARY .....	III
INDÍCE .....	IV
1. CONTEXTUALIZACIÓN .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Líneas de investigación .....	4
2. DESARROLLO .....	5
2.1. Marco conceptual .....	5
2.1.1. ¿Qué es la agricultura de precisión? .....	6
2.1.2. ¿Qué es el GPS? .....	6
2.1.3. Sistemas de guiado .....	8
2.1.4. Aplicaciones del Sistema de Posicionamiento Global en la agricultura	9
2.1.5. Usos del GPS en la agricultura agrícola moderna .....	10
2.1.6. Beneficios del uso de GPS .....	12
2.2. Marco metodológico .....	13
2.3. Resultados .....	14
2.4. Discusiones de los resultados .....	14
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	15
3.1. Conclusiones.....	15
3.2. Recomendaciones.....	15

4. REFERENCIAS Y ANEXOS .....	17
4.1. Referencias bibliográficas .....	17
4.2. Anexos .....	21

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La actual investigación del componente práctico de carácter complejo, se basa en la relevancia del uso del sistema de posicionamiento global (GPS) en la Agricultura.

El sistema de posicionamiento global (GPS), es un instrumento de navegación compuesta por 24 satélites a 20 000 kilómetros por encima de la tierra con orbitas móviles, enviando datos precisos de la hora y posición de satélites, lo que permite calcular la localización exacta del receptor en tierra. (Antichan y Nuñez 2019:58).

El uso de esta herramienta (GPS), trae consigo beneficios a los agricultores, siendo su principal función el facilitar la jornada laboral del mismo, entre sus utilidades la principal es la orientación de tractores, ya que la utilización de estos sistemas favorece a la conducción de vehículos agrícolas, minimizando los solapamientos que se producen al ejecutar las diversas labores agrícolas sin sistemas de orientación o enrutamiento (Pérez 2012:6).

De manera general se espera difundir la importancia del uso del (GPS) en la agricultura. De forma específica se espera describir los beneficios primordiales que otorga su precisión en la Agricultura e informar sobre su eficacia en la reducción de tiempo y costos en la jornada laboral del agricultor García *et al.* (2022:101).

Para la ejecución del presente documento a base del componente práctico se analizó mediante la información recopilada a través de las diferentes páginas de sitios web, libros, enciclopedias, periódicos, artículos científicos útiles en las plataformas digitales (Kyes 2020).

Reiterando de manera sobresaliente que toda la información recopilada fue mediante técnicas de síntesis, análisis, con el propósito de difundir la información necesaria sobre la importancia del GPS.

## **1.2. Planteamiento del problema**

La escasa información que existe en gran parte de los agricultores acerca del (GPS), es una problemática latente que les impide trabajar con mayor precisión en sus jornadas laborales. Así como también la obtención de dicho dispositivo se ve afectada por el elevado costo del mismo, debido a la falta de recursos económicos que la gran mayoría de agricultores atraviesan.

El uso de esta considerable tecnología permite proyectar, gestionar y optimizar la productividad agrícola. Brindando la posibilidad de llevar a cabo técnicas más modernas para realizar sus diferentes labores, tales como: enrutamiento de tractores, los mismos que pueden trabajar de día, noche o con poca visibilidad, estos a su vez dándoles la posibilidad de optimizar su trabajo usando diferentes herramientas tales como: rastras, sembradoras, cosechadoras entre otras; así como también ofrece información de levantamientos planimétricos, permitiendo conocer coordenadas y detalles del terreno (Muños *et al.* 2017).

Del mismo modo, el uso de otras tecnologías que se manejan en la agricultura como es el empleo de drones, mismo que en la actualidad presentan una gran relevancia debido a los grandes beneficios que nos ofrece su utilización tales como: la eficacia en el uso de agroquímicos y el monitoreo constante del cultivo. Aquellos que están acondicionados para instalar dispositivos auxiliares operados a distancia, como lo es del sistema de posicionamiento global (GPS), sensores, entre otros. Donde su finalidad es permitir enviar información real, actual y detallada a satélites, que después dan a conocer al control tierra (Intagri 2020).

## **1.3. Justificación**

Durante mucho tiempo ha sido complicado para los agricultores trabajar bajo condiciones desfavorables debido a la carencia de información sobre las tecnologías digitales. Siendo esta la principal razón por la cual muchos

agricultores se veían afectados a la hora de desarrollar sus labores agrícolas (Kyes 2020).

Tomando en cuenta lo anterior existe la necesidad de difundir los beneficios que brinda el sistema de posicionamiento global (GPS) en la agricultura.

Ya que esta tecnología, como es el GPS le permite al agricultor y al técnico poder tomar decisiones más exactas y a su vez conseguir resultados óptimos en diferentes cultivos. Así como también nos permite realizar mapas geográficos, establecer superficies de cultivo y su ubicación precisa. Las imágenes satelitales y aéreas nos ayudan a distinguir las diferentes zonas de cultivo, logrando establecer planos, problemas exactos de plagas, carencias nutricionales, enfermedades, entre otros (Alvares 2014).

En los últimos años se ha demostrado que el uso del (GPS) y otras tecnologías, han sido de gran ayuda para los agricultores ya que han permitido facilitar su jornada laboral, reduciendo el tiempo invertido en cada labor (Zeek 2021).

La presente investigación con temática relevancia del uso del (GPS) en la agricultura; brindará información eficaz a profesionales, estudiantes y principalmente a los agricultores, otorgándoles conocimientos necesarios para sus tareas agrícolas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Difundir la importancia del uso del sistema de posicionamiento global (GPS) en la agricultura.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir los beneficios primordiales que otorga la precisión del sistema de posicionamiento global (GPS) en la Agricultura.
- Indicar las aplicaciones del Sistema de Posicionamiento Global en la agricultura

## **1.5. Líneas de investigación**

La temática de relevancia del uso del sistema de posicionamiento global (GPS) en la agricultura y sus beneficios, hace referencia al dominio de recursos agropecuarios, con la línea de investigación de desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable. La sublínea de agricultura sostenible y sustentable de la carrera de agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

La agricultura se considera un desafío donde cada día hay mayor innovación para cubrir las diferentes necesidades que requiere el mercado agrícola. La utilización de nuevas tecnologías ayuda a producir más en un espacio limitado, optimizando la producción y disminuyendo pérdidas de productos, así como mejoran los costos de producción. El GPS va siendo adoptado cada día por un mayor número de agricultores. así pueden trabajar con la mayor precisión, en condiciones de poca visibilidad, registrando los datos de la parcela, además, se pueden realizar las labores de campo con mayor confort.

## 2. DESARROLLO

### 2.1. Marco conceptual

Beltran (2020:4) menciona que «el uso de la tecnología ayuda a mejorar el manejo de los cultivos. La agricultura de precisión abarca el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y de otros medios tecnológicos para obtener datos del cultivo».

Pérez (2012:5) señala que la agricultura actual no puede entenderse sin la utilización de nuevas tecnologías, menciona que la informática y el GPS van siendo adoptados cada día por un mayor número de agricultores para así poder trabajar con la mayor precisión, en condiciones de poca visibilidad, registrando los datos de la parcela, además, se pueden realizar las labores de campo con mayor confort, por lo que motivan a algunos agricultores a equipar su maquinaria agrícola con los sistemas de precisión.

Pérez (2012) señala que el GPS es la aplicación más usada por los agricultores para máquinas agrícolas. La utilización de estos sistemas facilita la operación de diferentes maquinarias como: la conducción de la cosechadora, tractor o equipo autopropulsado en la parcela, reduciendo los solapamientos que se producen al realizar las diferentes labores agrícolas sin sistemas de orientación (..) Esto se traduce en una disminución considerable de las horas de trabajo y un ahorro en productos fitosanitarios, fertilizantes y las dosis de semilla.

Beltran (2020:5) y García *et al.* (2022:101) mencionan las ventajas del uso de tecnología en la agricultura:

- Involucra un mayor control de la explotación agrícola al poder
- Aumenta la producción de los cultivos
- Se utiliza menor mano de obra para el mismo trabajo
- Disminuye el consumo de agua, fertilizantes y pesticidas
- Reduce el impacto ambiental y ecológico.

- Incrementa la eficiencia de los cultivos
- Reducción de costos e insumos

### **2.1.1. ¿Qué es la agricultura de precisión?**

Muños *et al.* (2017:107) «La agricultura de precisión es una tecnología relativamente nueva, la cual permite hacer uso de las TIC como son: Sistemas de Información Geográfica (SIG), Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), sensores, telecomunicaciones, aplicaciones móviles, uso de Internet y control automático».

Pérez (2012) señala que la agricultura de precisión permite «realizar un mejor manejo del cultivo, para incrementar su rendimiento, adecuando los aportes de insumos a sus necesidades, otorgando al agricultor la facilidad de realizar las diferentes labores agrícolas con mayor confort.».

La agricultura de precisión pretende aumentar la productividad reduciendo al mismo tiempo los costes de producción, es capaz de ajustar las pasadas con diferentes aperos de trabajo: arados, gradas, rastrillos, cultivadores, picadoras, abonadoras, sembradoras, plantadoras, pulverizadores, cosechadoras, segadoras, conformadoras de mesas, etc. Además de precisión en las pasadas, que inicialmente los agricultores es lo que más valoran, también pueden recogerse datos de producción y calidad con las recolectoras, valorándose en cada zona de una misma parcela de forma individualizada (Pérez 2012).

### **2.1.2. ¿Qué es el GPS?**

Pozo *et al.* (2022) menciona que el GPS “El Sistema de Posicionamiento Global” es considerado como un sistema de localización que utiliza satélites, el cual fue diseñado con fines militares por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con la intención de mejorar los procedimientos de navegación, se encuentra operativo desde año 1995, con el objetivo de «proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo» presenta una red de

una constelación de satélites y ordenadores, con el propósito de determinar cualquier objeto en la superficie terrestre por medio de la triangulación, la longitud, altitud y latitud.

Kyes (2020) comenta que «el sistema de satélites está formado por una constelación de 24 satélites en seis planos orbitales, cada uno con cuatro satélites, que orbitan a 13.000 km por encima de la Tierra a una velocidad de 14.000 km/h».

«El GPS permite la recolección de datos en tiempo real, brindando información de posición precisa, lo que a su vez conduce a un análisis y manipulación eficientes de grandes cantidades de datos geoespaciales» (Castillo 2020).

Kyes (2020) indica que el GPS presenta tres componentes llamados segmentos, los cuales son: El espacio (satélites): giran alrededor de la Tierra, transmitiendo a los usuarios señales sobre la posición geográfica y la hora del día. El control terrestre: está integrado por estaciones de monitorización terrestres, estaciones de control principales y antena de tierra. Equipo de usuario: transmisores GPS y receptores, incluidos diferentes elementos como dispositivos telemáticos, relojes y smartphones.

Castillo (2020) menciona que los receptores GPS recopilan información que se utilizará para el riego y el mapeo de campos o para identificar áreas con problemas dentro de la granja. El GPS presenta una precisión que le permite conocer las distancias entre los puntos de interés y la ubicación.

«Los sistemas de posicionamiento global por satélite pueden ser varios “GPS, SLR, DOPLER y VLBI”. El sistema básico con el que se trabaja es el GPS, nos permite saber dónde estamos situados durante todas las 24 horas del día» (Pérez 2012).

Kyes (2020) menciona la función tecnológica del GPS es a través de una técnica llamada trilateración «esta técnica utilizada para calcular la ubicación, la

velocidad y la elevación, la trilateración que es la encargada de recopilar señales de los satélites para enviar información de ubicación al agricultor. Se suele confundir la triangulación, que es utilizada para medir los ángulos, no distancias».

«Los satélites que orbitan la Tierra envían señales para que las lea e interprete un dispositivo GPS en la superficie de la Tierra. Para calcular la ubicación, un dispositivo GPS debe poder leer la señal de al menos cuatro satélites» (Kyes 2020).

Kyes (2020) señala que, «La intersección de tres esferas produce dos puntos de intersección, por lo que se elige el punto más cercano a la tierra, ya que vivimos en un mundo tridimensional, lo que significa que cada satélite genera una esfera, no un círculo».

GPS tiene un receptor, el cual debe estar conectado a la señal mínimo de tres satélites para así lograr calcular una posición 2D (longitud y latitud). Para determinar la posición 3D del usuario (longitud, latitud y altitud) se necesita de cuatro o más satélites, que se encuentren a la vista del receptor (Carvalza 2020).

### **2.1.3. Sistemas de guiado**

Los sistemas de guiado se colocan en máquinas autopropulsadas y sobre otro tipo de máquinas (binadoras, plantadoras, etc). Se realiza una conducción más precisa de la máquina (cosechadora o un tractor) con un sistema de guiado conectado a un GPS (Pérez 2012:7).

El autor antes mencionado señala que, «los componentes básicos de un sistema de guiado son la antena y la pantalla o la barra de luces, permitir al agricultor trabajar en condiciones atmosféricas adversas, como la presencia de niebla, la gran cantidad de polvo e incluso de noche».

#### **2.1.4. Aplicaciones del Sistema de Posicionamiento Global en la agricultura**

Beltran (2020:6) menciona que las aplicaciones en la agricultura de precisión basadas en el GPS se están siendo usadas en la planificación de cultivos, muestreo de los suelos, el levantamiento de mapas topográficos, orientación de tractores, aplicaciones de tasa variable, exploración de cultivos y mapas de rendimiento. Además, el GPS permite a los agricultores trabajar en diferentes condiciones de baja visibilidad en los campos, por ejemplo: polvo, lluvia y niebla.

El autor antes mencionado señala que «el GPS puede ser utilizado en varias maquinarias agrícolas como, por ejemplo, sembradoras, tractores y las cosechadoras, entre otras. No son únicamente utilizados para guiar al tractor, se puede localizar las zonas del cultivo que poseen problemas fitosanitarios».

Según Luxelare (2020) «Un teléfono inteligente y otros dispositivos de navegación personal incrementan la efectividad de los técnicos de campo, guiándolos hacia la ubicación exacta de las zonas con malezas, plagas o enfermedades»

Luxelare (2020) señala que debido a la exactitud del GPS permite a los agricultores ver las rutas históricas de todos sus vehículos, crear mapas de sus predios con exactitud milimétrica, visualizar las zonas del cultivo con alta incidencia de plagas, estrés y enfermedades. Estos resultados permiten que el productor y sus técnicos pueden anticiparse y proyectar resultados a largo plazo.

«Los técnicos encargados de los muestreos de suelos no cometen errores al recolectar con alta exactitud las muestras de las zonas que le fueron asignadas, gracias al GPS ya que contribuye a la veracidad de los estudios de suelo» (Luxelare 2020).

### **2.1.5. Usos del GPS en la agricultura agrícola moderna**

Castillo (2020) señala que, «muchos agricultores utilizan productos derivados del GPS para mejorar las operaciones en sus actividades agrícolas». A continuación, se detallarán los diferentes usos del GPS en la agricultura moderna:

#### **Arado de precisión**

La tecnología del GPS ayuda al agricultor a realizar las labores de arado y la colocación de surcos en su campo con gran precisión milimétrica, por medio de tecnología de guía moderna y otros sistemas de dirección automática (Castillo 2020).

#### **Nivelación de suelos**

La nivelación de suelos mediante el uso de tecnologías láser tradicional y GPS permite un mayor avance en la preparación de los terrenos para los próximos ciclos del cultivo y mayor eficiencia en las actividades agrícolas. Previo al inicio de la nivelación se debe preparar el terreno con un pase de grada pesada, lo que permite a las máquinas de nivelación remover la tierra con mayor facilidad (Castillo 2020)

#### **Plantación y fertilización**

Con la información recopilada de los datos del arado registrados en el GPS, es capaz de colocar con precisión las semillas dentro de los surcos creados. Esto ayuda a los agricultores a evitar el desperdicio de la semilla y de esta manera ahorrar tiempo. La fertilización se realiza mediante el mismo método, los agricultores identifican los lugares que presentan deficiencia de nutrientes y aplicar las cantidades adecuadas (Castillo 2020).

## **Fotogrametría**

«Procesos fotogramétricos se realizarán en tiempos menores y automatización de procesos que dan como resultado la elaboración y visualización en 3D de modelos de terreno, ortoimágenes y estereoidágenes, aumentando las posibilidades de uso de los productos cartográficos» (Capdevila 2018).

«El GPS en la fotogrametría brinda tanto velocidad, como precisión y ahorros económicos. Asimismo, permite la generación de productos como curvas de nivel, modelos de terreno digitales, cálculos de volúmenes y de áreas, entre otros» (Global 2018).

A partir de una imagen, se extraen datos 2D y 3D, y superponiendo fotos de un objeto, edificio o terreno, se crea un modelo digital 3D. Esto permite capturar objetos grandes, incluso paisajes, que de otro modo sería imposible escanear. Por ello, topógrafos, arquitectos, ingenieros y contratistas suelen utilizar la fotogrametría para crear mapas topográficos, redes o nubes de puntos (Beltran 2020).

## **Topografía y geodesia**

Capdevila (2018:22) describe las aplicaciones de GPS en topografía y geodesia «es posible conocer con gran exactitud las diferencias de coordenadas entre dos o más receptores (...) Se pueden lograr precisiones menores a 1m, y dependiendo del tipo de procesamiento se puede llegar a precisiones del cm, incluso de mm».

Capdevila (2018:22) indica que, entre las aplicaciones del GPS en la topografía y geodesia se encuentran: El apoyo fotogramétrico, levantamientos taquimétricos, densificación de Redes Geodésicas, determinación de las coordenadas del centro óptico de la cámara en el momento de la toma y la

determinación de las redes importantes para la Topografía, Cartografía, e Ingeniería.

El equipo GPS en topografía es muy práctico en levantamientos de grandes extensiones. De esta forma no se necesita una visión entre una antena y otra. Con ayuda de la tecnología del GPS, se pueden llevar a cabo estudios aéreos de las zonas más impenetrables para evaluar su flora y fauna, topografía e infraestructura humana (Global 2018).

Beltran (2020:8) menciona que el GPS se ha convertido en un instrumento esencial para la topografía, dado que aumenta considerablemente la productividad. Al proporcionar datos topográficos precisos y fiables, la recopilación de información se consigue mucho más rápido que con las técnicas convencionales de topografía, ya que reduce la cantidad de equipos a utilizar, así como la mano de obra.

### **Mapas de rendimiento y monitores de aplicaciones**

Conectar con el GPS el monitor de una cosechadora, va a permitir realizar mapas de rendimientos, impurezas, humedades, etc. En base a estos mapas de cosecha podremos planificar parámetros del cultivo como las dosis de siembra, tratamientos fitosanitarios y abonados (Pérez 2012).

Castillo (2020) señala que, el GPS pueden trazar futuras aplicaciones «de insecticidas o herbicidas en sitios específicos, esos límites mapeados se pueden marcar con calificaciones según la gravedad del problema, con el objetivo de que los agricultores puedan priorizar su programa de fumigación».

#### **2.1.6. Beneficios del uso de GPS**

Beltran (2020:8-9) y zeek (2021) mencionan algunos beneficios que proporciona el uso del GPS:

- Mejores condiciones de la jornada para el trabajador, mediante el uso de los GPS realizar un trabajo más eficiente, por lo que es capaz de

reducir el tiempo de trabajo, y las condiciones de trabajo, ya que el agricultor pasa más de 9 horas escuchando el ruido y las vibraciones, fruto de la maquinaria utilizada.

- Permite trabajar con condiciones meteorológicas difíciles de baja visibilidad en el campo como: la lluvia, polvo y oscuridad.
- Trabajar en condiciones de baja visibilidad en el campo. Así, se superan factores naturales como la lluvia, el polvo, la niebla y la oscuridad.
- Disminución en el gasto de abonos, semillas, ya que el trazado que se sigue con la maquinaria se realiza de manera más eficiente al evitar el solapamiento hasta el 90%, en algunos casos.
- Las maquinarias sufren menos desgaste al disminuirse el tiempo en el que se realiza la cosecha u otro tipo de funciones.
- Tener un menor impacto ambiental de fertilizantes
- La disminución del uso de combustible y químicos utilizados para el control de plagas.
- Garantiza un trabajo homogéneo las 24 horas.

## **2.2. Marco metodológico**

Para la realización del presente documento a base del componente práctico se consultó a través de la información recopilada mediante las diversas páginas web, libros, revistas, artículos científicos y documentaciones bibliográficas útiles en las plataformas digitales.

Cabe mencionar que toda la información recopilada fue a través de técnicas de resumen, análisis, con el propósito de difundir la información específica en correspondencia a la presente investigación necesaria que lleva por tema: Relevancia del uso del sistema de posicionamiento global (GPS) en la agricultura.

### **2.3. Resultados**

El sistema de posicionamiento global (GPS) permite realizar trabajos con gran precisión, lo que resulta en menos carga laboral para el trabajador y con una gran eficiencia permitiendo un trabajo continuo a pesar de las condiciones ambientales adversas como la lluvia y niebla u oscuridad.

El GPS, permite gestionar, proyectar y optimizar la productividad agrícola. Brindando la posibilidad de llevar a cabo técnicas más modernas para cumplir diferentes labores, como crear mapas de los predios con exactitud milimétrica, visualizar zonas de cultivos con incidencia de plagas, estrés y enfermedades. Gracias a estos datos, le es posible al agricultor proyectar resultados a largo plazo.

### **2.4. Discusiones de los resultados**

Beltran menciona que el GPS ha evolucionado en la agricultura a tal grado de que la mayoría de maquinarias agrícolas se encuentran trabajando de forma eficiente gracias a su uso entre las más destacadas menciona los tractores logrando una excelente nivelación de los terrenos permitiendo eficientes sistemas de riego, las sembradoras permiten una siembra más eficiente logrando evitar el solapamiento hasta el 90%, por lo consiguiente el ahorro de semillas.

Mientras que Luxelare señala que, gracias a la exactitud del GPS y sus aplicaciones en diversos dispositivos como los drones, permite a los agricultores visualizar las zonas del cultivo con alta incidencia de plagas, estrés y enfermedades. Añade que permite a los técnicos de recolección de muestras, realizar su trabajo exactitud ya que les permite visualizar las zonas asignadas y recolectar sus muestras.

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

#### **3.1. Conclusiones**

En base a la investigación realizada se concluye que el sistema de posicionamiento global (GPS) permite obtener estimaciones precisas de posicionamiento, velocidad y tiempo. Permitiendo la recolección de datos en tiempo real y durante las 24 horas del día, de modo que se logra trabajar en condiciones desfavorables como la presencia de lluvia, niebla, polvo y la oscuridad de la noche.

Muchos agricultores comienzan a utilizar productos derivados del GPS con el objetivo de mejorar las operaciones en sus actividades agrícolas, logrando diferentes beneficios como; trabajar las 24 horas del día incluso con condiciones adversas, menos desgastes de las maquinarias, disminución del consumo de combustible, disminución de los gastos de insumos como abonos, semillas y agroquímicos, además, permite el constante monitoreo del cultivo que ayuda a detectar a tiempo la presencia de enfermedades o deficiencias nutricionales y planificar parámetros productivos.

El GPS presente varias aplicaciones en la agricultura destacándose el levantamiento de mapas topográficos, muestreo de los suelos, la exploración de cultivos, mapas de rendimiento, sistema de guiado en varias maquinarias agrícolas como tractores, sembradoras y cosechadores, mostrando su precisión y eficacia durante los trabajos agrícolas.

#### **3.2. Recomendaciones**

Las recomendaciones planteadas son las siguientes:

Incentivar charlas técnicas a los agricultores con el objetivo de dar a conocer las nuevas tendencias tecnológicas en la agricultura de precisión,

enmarcando los potenciales beneficios que estas pueden brindar a la agricultura.

Efectuar prácticas demostrativas donde se evidencie la eficacia del trabajo empleado gracias a la aplicación de sistema de posicionamiento global (GPS) en la Agricultura.

Incorporar paulatinamente las nuevas tecnologías de precisión con el objetivo mejorar las operaciones en las actividades agrícolas.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. Referencias bibliográficas

- Arcia Porrúa, J. ed. 2020. De la agricultura precisa a la agricultura de precisión (en línea). s.l., Arcia Porrúa, Javier, vol.10. Consultado 8 ago. 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/5862/586264607009/586264607009.pdf>.
- Barreiro Elorza, P; Valero Ubierna, C. 2014. Drones en la agricultura (en línea). Tierras de Castilla y León: Agricultura 220:36–42. Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://oa.upm.es/32561/>.
- Beltran Analuiza, AP. 2020. “Las tecnologías de la información y comunicación TIC’s y su contribución en la producción de cultivos” Tesis Ing. Babahoyo, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 11 p.
- Buscagro. ed. 2013. Beneficios de la orientación mediante GPS agrícola para una agricultura sostenible (en línea). s.l., Buscagro. Consultado 13 ago. 2022. Disponible en [https://www.buscagro.com/detalles/Beneficios-de-la-orientacion-mediante-GPS-agricola-para-una-agricultura-sostenible\\_70114.html](https://www.buscagro.com/detalles/Beneficios-de-la-orientacion-mediante-GPS-agricola-para-una-agricultura-sostenible_70114.html).
- Calvo, A. 2017. GPS para el tractor: ¿por qué usar un sistema de navegación GPS en tu tractor? (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://www.agroptima.com/es/blog/sistema-navegacion-gps-para-el-tractor/>.
- Capdevila, JA. 2018. El Sistema de Posicionamiento Global (G.P.S.) (en línea). Ansenusa. Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://ansenuza.unc.edu.ar/comunidades/handle/11086.1/1258>.
- Carvalza. 2020. ¿Qué es GPS? - ¿Cómo funciona un GPS? (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://www.carvalza.es/que-es-un-gps/>.

Castillo Lopez, J. 2020. Agricultura de Precision para el Desarrollo (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <http://agriculturadeprecisionparaeldesarrollo.com/la-tecnologia-gps-como-parte-integral-de-la-agricultura-de-precision/#:~:text=A%20trav%C3%A9s%20del%20GPS%2C%20los,y%20aplicar%20las%20cantidades%20adecuadas.&text=El%20GPS%2C%20junto%20con%20alguna,campo%20con%20una%20precisi%C3%B3n%20milim%C3%A9trica.>

Chipantiza, P; Elizabeth, N. 2015. Sistema de posicionamiento global (GPS) y su incidencia en la comunicación visual de los predios de huachi loreto de la Universidad Técnica de Ambato. s.l., s.e. Consultado 13 ago. 2022.

García, E; Flego, F. 2022. Agricultura de Precisión (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>.

Global. 2018. La utilización de GPS en la topografía (en línea, sitio web). Consultado 10 sep. 2022. Disponible en <https://www.globalmediterranea.es/la-utilizacion-gps-la-topografia/>.

Güisso Cervi, MG; Aldabalde Negrin, JI; Herrera Agapito, IC. 2019. Sistema de posicionamiento satelital con exactitud de centímetros para soluciones en agricultura de precisión (en línea). ). Sistema de posicionamiento satelital con exactitud de centímetros para soluciones en agricultura de precisión (Proyecto). Universidad ORT Uruguay, Facultad de Ingeniería. Recuperado de <https://dspace.ort.edu.uy/handle/20:500>. Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://dspace.ort.edu.uy/handle/20.500.11968/3968>.

HAZI. 2018. Teledetección, servicios de posicionamiento GPS y agricultura de precisión (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/ponencias\\_geoeuskadi\\_18/es\\_def/adjuntos/25/25\\_DC\\_S1\\_CONGRESO\\_GEOEUSKADI\\_XABIER\\_FINAL\\_PRESENTADOR\\_SS.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/ponencias_geoeuskadi_18/es_def/adjuntos/25/25_DC_S1_CONGRESO_GEOEUSKADI_XABIER_FINAL_PRESENTADOR_SS.pdf).

INCyTU. ed. 2018. Agricultura de Precisión (en línea). s.l., s.e., vol.15. Consultado 13 ago. 2022. Disponible en [https://www.foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos/Completa/INCYTU\\_18-015.pdf](https://www.foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos/Completa/INCYTU_18-015.pdf).

Infoagro. 2017. Uso del GPS en la agricultura (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://mexico.infoagro.com/uso-del-gps-en-la-agricultura/>.

Kyes, J. 2020. ¿Qué significa GPS? (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://www.geotab.com/es-latam/blog/qu%C3%A9-significa-gps/>.

Lago González, C; Sepúlveda Peña, JC; Barroso Abreu, R; Fernández Peña, FO; Maciá Pérez, F; Lorenzo, J. 2012. Sistema para la generación automática de mapas de rendimiento. Aplicación en la agricultura de precisión (en línea). IDESIA 29(1):59–60. Consultado 13 ago. 2022. Disponible en [http://file:///C:/Users/josel/Downloads/Aplicacion\\_en\\_la\\_agricultura\\_de\\_precision\\_Generaci.pdf](http://file:///C:/Users/josel/Downloads/Aplicacion_en_la_agricultura_de_precision_Generaci.pdf).

López Jiménez, AF; Medina Quiroz, M; Pérez Acevedo, OE; Salamanca, JM. 2015. Diagnóstico de Cultivos Utilizando Procesamiento Digital de Imágenes y Tecnologías de Agricultura de Precisión (en línea). Inge CUC 11(1):63–71. Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/352>.

Luxelare. ed. 2020. Cómo aprovechar el GPS en la agricultura (en línea). s.l., Luxelare. Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://luxelare.com/el-gps-en-la-agricultura/>.

Marin Anzures, R. 2017. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO” DIVISIÓN DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRICOLA “Aplicación de agroquímicos con el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS)” (en línea). Buenavista, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA. Consultado 13 ago. 2022.

Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1917/T16434%20MARIN%20ANZURES,%20%20REFUGIO%20MONOG.pdf?sequence=1>.

Melgar, M. 2018. AGRICULTURA DIGITAL O AGRICULTURA 4.0 (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://cengicana.org/files/2018091813553326.pdf>.

Mosquera Guerrero, C. 2013. AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN CAÑA DE AZÚCAR (en línea). Suelos Ecuatoriales 43(2):119–124. Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7831465>.

Muñoz Espinoza, M; Mera Andrade, RI; Rojas, A, Jr; Vega Falcón, V. 2017. Tecnologías de la información y comunicación en la agricultura (en línea). Revista UNIANDÉS Episteme 4(1):105–116. Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756395>.

Neves, F. 2021. StackPath (en línea, sitio web). Consultado 27 ago. 2022. Disponible en <https://bloglatam.jacto.com/gps-agricultura/>.

Pérez de Ciriza, JJ. 2012. GPS, sistemas de guiado y aplicación agrícola (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://www.navarraagraria.com/categories/item/248-agricultura-de-precision-gps-sistemas-de-guiado-y-aplicacion-agricola>.

Pozo-Ruz, A; Ribeiro, A; García-Alegre, MC; García, L; Guinea, D; Sandoval, F. 2022. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS): DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS DE ERRORES, APLICACIONES Y FUTURO (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://www.peoplematters.com/Archivos/Descargas/GPS.pdf>.

Real, P; Marlene, G. 2016. Sistema de posicionamiento global (GPS) y su incidencia en la movilidad de los estudiantes, en los predios de Huachi Loreto de la Universidad Técnica de Ambato. s.l., Universidad Técnica de

Ambato. Facultad de Ciencias humanas y de la Educación. Carrera de Docencia en Informática. Consultado 13 ago. 2022.

Santín, B. 2020. Uso del GPS en la agricultura (en línea, sitio web). Consultado 27 ago. 2022. Disponible en <https://lacosehadigital.com/uso-del-gps-en-la-agricultura/>.

Sectoriales, C. 2019. GPS: Sistemas de posicionamiento en agricultura, principios básicos y aplicación para mejorar los rendimientos (en línea, sitio web). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/264918-GPS-Sistemas-posicionamiento-agricultura-principios-basicos-aplicacion-mejorar.html>.

Tolozá, JM. 2019. Algoritmos y técnicas de tiempo real para el incremento de la precisión posicional relativa usando receptores GPS estándar. s.l., Universidad Nacional de La Plata. Consultado 13 ago. 2022.

Torres García, M. 2017. Aplicaciones geomáticas en agricultura. s.l., Universitat Politècnica de València. Consultado 13 ago. 2022.

## 4.2. Anexos

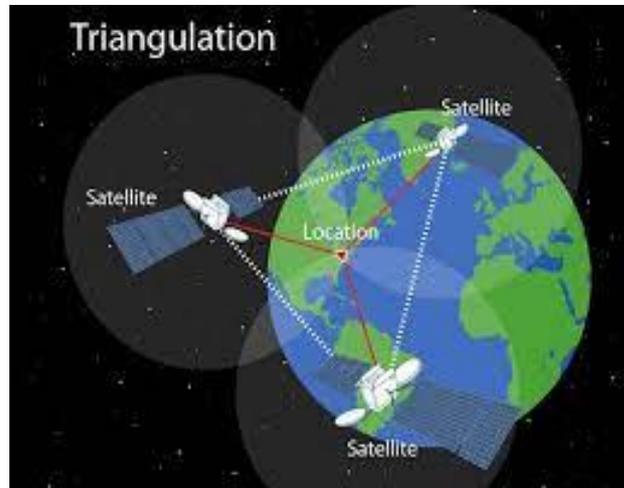
**Figura 1.** Arado de precisión



Fuente: Tomado de Beltran 2020.

**Figura 2.**

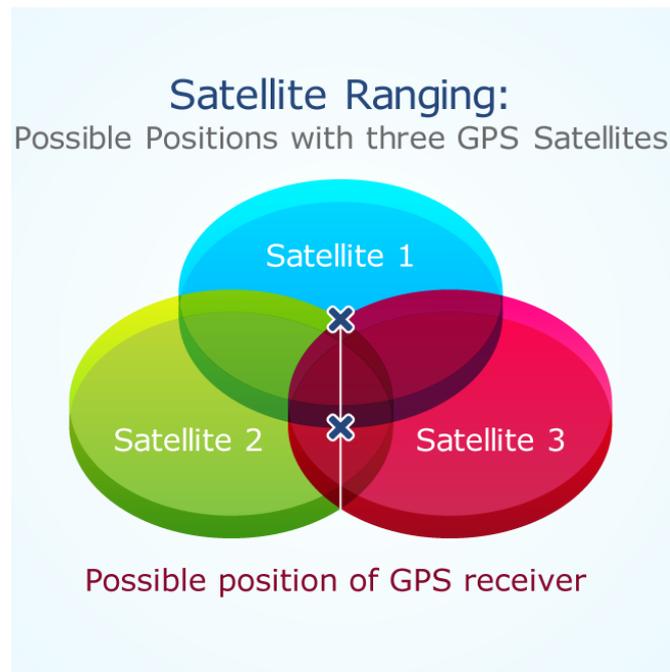
Triangulación



Fuente: Tomado de Castillo 2020.

**Figura**  
Intersección  
esferas

**3:**  
de  
tres



Fuente: Tomado de Capdevila 2018.