

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA



MONOGRAFÍA

**SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)
EN LA AGRICULTURA**

POR:

DANIEL RAMOS HERNÁNDEZ

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA
GNSS EN LA AGRICULTURA

POR:

DANIEL RAMOS HERNÁNDEZ

Que ha sido aprobado como requisito para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

El presente trabajo ha sido asesorado y aceptado de acuerdo al artículo 89 del reglamento académico para alumnos de licenciatura por el siguiente comité:

M.C Andrés Cadena Díaz

Asesor Principal

Dr. Hugo Gutiérrez Flores

Coasesor

**Dr. Jesús Rodolfo Valenzuela
García**

Coasesor

M.C. SERGIO SÁNCHEZ MARTÍNEZ

Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio 25

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Epitacio Ramos Leines y Eusebia Hernández González

Por ser parte de mi fortaleza, por su gran apoyo que me dieron, que a pesar de las adversidades siempre conté con ellos de alguna u otra forma, por creer en mí y alentarme cuando creía que ya no podía más, dedico este logro como un reconocimiento y admiración hacia ellos, sabiendo que no habrá manera de pagar el esfuerzo que día por día hicieron para brindarme su ayuda, por alentarme en pertenecer a una gran institución como la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

A MIS HERMANOS

José Manuel Ramos, Gerardo Ramos, Roberto Ramos, Ana Lilia Ramos, por apoyarme en momentos difíciles, especialmente económicos, no tengo palabras para expresar lo importante que son en mi desarrollo académico y en mi vida.

A MIS ABUELOS

Abel Hernández y Catalina González, por el apoyo y ánimo que me brindaron a pesar de todo, no tengo palabras para expresar lo importante que fueron.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Agradezco a Dios por la oportunidad de llegar hasta este momento. Por permitirme cumplir este logro que, en más de una ocasión, pensé que no conseguiría debido a los momentos difíciles en los que estuve a punto de rendirme. Gracias por darme la fuerza y la fe cuando sentía que ya no podía más, y por mostrarme que con perseverancia y dedicación todo es posible. Gracias por guiarme por el camino correcto e iluminar cada paso de mi vida.

A MIS PADRES

Gracias, mamá y papá, por creer en mí y darme todo lo que estuvo a su alcance. Por apoyarme en los momentos más difíciles y por enseñarme el verdadero valor del esfuerzo y la responsabilidad. Gracias por darme su amor y confianza incondicional, y por guiarme siempre hacia el camino correcto. Este logro es tanto suyo como mío, y siempre los llevaré en mi corazón.

A MIS HERMANOS

Gracias por su apoyo económico y emocional durante mi carrera. Sin su ayuda, este logro habría sido mucho más difícil de alcanzar. Gracias por sus palabras de aliento, por recordarme siempre que, con constancia y dedicación, todo es posible.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Agradezco a esta gran institución por acogerme y brindarme la oportunidad de formarme como profesional, por haberse preocupado por nuestras necesidades como estudiantes, no cabe duda que estoy orgulloso de pertenecer a esta noble comunidad.

A MIS MAESTROS

A los docentes que invirtieron en mi formación académica, especialmente al M.C. Héctor Uriel Serna Fernández, por su constante apoyo y sabios consejos a lo largo de mi formación. Gracias también a M.C. Andrés Cadena Díaz, Dr. Hugo Gutiérrez Flores, Dr. Jesús Rodolfo Valenzuela García por su colaboración en este trabajo de investigación y por el tiempo y esfuerzo dedicado.

A TODOS AQUELLOS QUE HAN ESTADO A MI LADO

Finalmente, a todos los que, de una u otra manera, han sido parte de este proceso. Gracias por sus consejos, apoyo y por estar ahí cuando más lo necesité. No hay palabras suficientes para expresar toda mi gratitud, pero con todo mi ser, ¡gracias!

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1 Objetivo general.....	3
2. GNSS en la agricultura	4
2.1 Beneficios	4
2.1.1 Mayor sostenibilidad	4
2.1.2 Uso eficiente de los recursos	4
2.1.3 Protección de los recursos naturales	4
2.1.3 Optimización del Uso de la Tierra y la Salud del Suelo	5
2.2 Económico.....	5
2.2.1 Reducción de Costos y Mejor Eficiencia en Maquinaria Agrícola	5
2.2.2 Gestión Logística y Reducción de Costos	5
2.2.3 Automatización de la Maquinaria Agrícola	6
3. Origen del GNSS	6
3.1 Origen y Desarrollo	6
3.2 El territorio civil y su uso en la agricultura	7
4. Principios básicos del funcionamiento	8
4.1 Trilateración	9
4.2 Real Time Kinematic (RTK)	10
5. Aplicaciones	10
5.1. Agricultura de precisión	12
5.1.1 Planificación del uso de la tierra	12
5.1.2 Uso en Maquinaria Agrícola.....	13
5.1.3 Monitoreo y Gestión Específica de Campos	15
5.1.4 Drones.....	16
5.1.5 Tecnología 5G y Conectividad IOT	17
5.1.6 Impacto en la Agricultura de Pequeña Escala.....	18
5.1.7 Uso en la agricultura forestal.....	19
5.1.8 Evaluación de la biodiversidad	20
5.2 Postcosecha	21
5.2.1 Seguimiento y Trazabilidad de Productos Agrícolas.....	21
5.2.2 Distribución de productos agrícolas	21

5.3. Adaptación en ganadería	22
5.3.1 Mejoras en la Salud Animal.....	22
6. Problemas y retos en la implementación.....	22
6.1 Conductividad y precisión en la provincia	23
6.2 Aprendizaje y cambio tecnológico.....	23
6.3 Dependencia tecnológica.....	23
6.4 La aplicación en la agricultura en áreas subdesarrolladas	24
7. Conclusión.....	25
8. Bibliografía	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Trilateracion.....	9
Figura 2. Mapeo de campos.....	11
Figura 3. Maquinaria agrícola autónoma.	14
Figura 4. Uso de drones.....	16
Figura 5. Tecnología agrícola.	24

1. Introducción

Los avances de la ciencia y la tecnología han cambiado todas las industrias y la agricultura. A lo largo de los años, la actividad agrícola se ha basado principalmente en el conocimiento transmitido de generación en generación, combinado con métodos manuales y un fuerte énfasis en el uso de mano de obra. Sin embargo, con la llegada de la era digital, esta tradición ha comenzado a complementarse con herramientas tecnológicas que optimizan todos los aspectos de la producción agrícola. Esto permite a la agricultura alcanzar un nivel de optimización sin precedentes, creando mapas detallados y precisos que caracterizan cada zona con alta exactitud y lo dividen en zonas que pueden ser manejadas según sus características o necesidades específicas.

Donde los suelos perturbados, el bajo rendimiento y las áreas afectadas por plagas y enfermedades se pueden tratar de forma precisa y localizada, reduciendo la cantidad de recursos necesarios y el costo y los desechos generados. En un mundo donde los recursos naturales se están agotando y la demanda de alimentos agrícolas continúa creciendo, es necesario seguir desarrollando nuevas tecnologías para tener una mejor sostenibilidad a largo plazo. Con respecto al Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el cual, es un tipo de Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), un sistema usado en los tractores, cosechadoras y maquinaria agrícola que permite seguir rutas planificadas previamente, con una precisión de un centímetro o menos, además de crear horarios y zonas de operación específicos para cada planta. Así se evitadi el desperdicio de energía y pesticidas.

Esto no sólo ha hecho que la técnica sea más eficiente, sino que también ha cambiado la forma en que monitorea el cultivo. Al integrarse con drones y sensores en el campo, puede recopilar datos en tiempo real sobre los cultivos, el estado del suelo y la humedad, monitorear signos de plagas, enfermedades y escasez de agua. Todos estos datos pueden ser analizados para así producir mapas y análisis de rendimiento que permiten tomar decisiones informadas

sobre la aplicación de insumos y el riego.

Aunque se ha convertido en una herramienta valiosa en la agricultura moderna, no se ha implementado ampliamente en todas las regiones y no ha beneficiado a todos los tipos de agricultores. Por ejemplo, los altos costos iniciales, la infraestructura y la conectividad fragmentada y la incapacidad de operar maquinaria, en conjunto, disuaden a muchos pequeños agricultores. Sin embargo, la siguiente sección ofrece algunas sugerencias para superar este obstáculo.

En este sentido, el propósito de la presente monografía es explorar a fondo los diversos usos de herramientas, no sólo considerando sus beneficios directos en términos de rendimiento y productividad, sino también su papel en la promoción de la permacultura. A medida que el cambio climático y la creciente demanda de alimentos afectan los sistemas de producción agrícola en todo el mundo, una gestión más eficiente de los recursos y un menor impacto ambiental son esenciales para garantizar la calidad de los alimentos a largo plazo. También discutirá tendencias relevantes en este tema, como la integración con la inteligencia artificial y el internet de las cosas, dos herramientas para expandir la agricultura de precisión. La inteligencia artificial facilita el desarrollo de la detección de patrones y la toma de decisiones proactiva mediante el análisis predictivo de datos generados por GNSS, por otro lado, permite que varios diseños y sensores en el campo informen datos continuamente y optimicen la producción sobre la marcha. Estas herramientas coordinadas parecen ser el futuro de los modelos de producción agrícola inteligentes, donde la automatización, la conectividad y el análisis de datos serán los grandes protagonistas. fertilizante, pesticidas (González, Amarillo, & Sarmiento,, 2020)

1.1 Objetivo general

Conocer cómo el uso del GNSS con nuevas tecnologías contribuye a una mejor agricultura, más autónoma y más eficiente.

2. GNSS en la agricultura

2.1 Beneficios

El uso de GNSS proporciona muchas ventajas importantes para la agricultura, su diferencia en la forma que se ocupan en los campos y los cultivos. Algunas de las principales ventajas son:

2.1.1 Mayor sostenibilidad

La agricultura de precisión con ayuda del GNSS permite adaptar la cantidad de recursos utilizados en las necesidades de cada campo individual, igual que el uso de productos químicos. Esto es relevante en el contexto del cambio climático y la creciente preocupación por la seguridad alimentaria. Los agricultores se beneficiarán con el empleo de la protección de los recursos naturales, lo cual es significativo para largo plazo.

2.1.2 Uso eficiente de los recursos

El GNSS proporciona datos relevantes para ubicar un punto en donde se requiera aplicar insumos como fertilizantes, pesticidas y agua para los cultivos, en función de la necesidad específica de cada parcela de cultivo, sin incurrir por ello en costos más altos. Esto no solo reduce el uso de materiales, también los costos totales de producción. (Agrozapiens, 2023).

2.1.3 Protección de los recursos naturales

Al disminuir la aplicación de insumos e incrementar la maquinaria, pueden reducir los costos de combustible y otros recursos, ya puesto en práctica, pueden ahorrar cargos, sin embargo, el posicionamiento del sector agrícola resulta deficiente, por lo tanto, serán más difíciles de gestionar.

2.1.3 Optimización del Uso de la Tierra y la Salud del Suelo

La gestión de cultivos en datos geolocalizados permite una mejor planificación que optimiza el uso de la tierra y la rotación de cultivos, para mejorar la calidad del suelo. Esta información es fundamental para llevar a cabo prácticas agrícolas sostenibles y eficientes que maximicen la productividad y minimicen el impacto ambiental. (BBVA, 2024).

2.2 Económico

2.2.1 Reducción de Costos y Mejor Eficiencia en Maquinaria Agrícola

El GNSS proporciona datos de posicionamiento a los sistemas autoguiados que permiten realizar tareas como plantar y sembrar de forma rápida y eficiente. Esto permite un uso más adecuado de los recursos, ya que se evita la superposición de satélites y se mejoran los tiempos de procesamiento de las máquinas. La automatización tiene importantes beneficios económicos, incluida la reducción de los costos de combustible y mantenimiento. (Calvo, 2019).

2.2.2 Gestión Logística y Reducción de Costos

La gestión de almacenes y la logística en la distribución de productos agrícolas, apoya los agricultores y comerciantes con información precisa y en tiempo real sobre el estado y la condición de sus productos pueden planificar mejor las rutas de transporte y reducir los costos asociados. Esto es necesario para que el producto llegue al consumidor final en nuevas y óptimas condiciones (Zhang, 2008).

2.2.3 Automatización de la Maquinaria Agrícola

Una de las innovaciones que impulsó la mecanización de la maquinaria agrícola, son los tractores y cosechadoras que pueden conducirse de forma independiente y seguir rutas precisas y optimizadas. Esta automatización mejora la eficiencia al mismo tiempo que disminuye la dependencia del trabajo manual. (AGRIQUIO.COM, 2018)

3. Origen del GNSS

3.1 Origen y Desarrollo

El GPS fue el primer sistema GNSS en funcionar, aunque el término GNSS es más general y engloba a otros sistemas de navegación por satélite, El GPS fue una creación del Departamento de Defensa de los Estados Unidos en la década de 1960 con un objetivo específico en mente: mejorar las capacidades de navegación dentro del sector militar. Más tarde, en 1993, se materializó plenamente cuando 24 satélites completaron la cobertura mundial del sistema. Este sistema se inició con fines militares, pero luego comenzó a estar disponible para civiles después de que un avión se estrellara en 1983 debido a la poca visibilidad que tenía por la neblina, lo que impidió a los pilotos tener mejores referencias visuales sobre la ruta correcta que deberían tomar. Luego, de ese suceso en el que murieron 50 personas el presidente estadounidense Reagan autorizó el uso civil de ese servicio (Pingali, 2012).

Además, del GPS que es uno de los más conocidos, existen otros sistemas de navegación por satélite GNSS desarrollados por diferentes países para mejorar la precisión y disponibilidad de los servicios de posicionamiento:

- GLONASS: Desarrollado por Rusia, este sistema comenzó a operar en

la década de 1980 con fines militares, pero actualmente también está disponible para uso civil. Es el principal competidor del GPS y proporciona cobertura global con una constelación completa de satélites.

- Galileo: Este es el sistema desarrollado por la Unión Europea, se centra en ofrecer un servicio civil de alta precisión y entró en funcionamiento en 2016. Está diseñado para ser interoperable con GPS y otros sistemas GNSS, con una fuerte orientación hacia aplicaciones comerciales y científicas.
- BeiDou: Originario de China, comenzó como un sistema regional en 2000 y alcanzó cobertura global en 2020. Está diseñado para satisfacer tanto necesidades militares como civiles, y China lo utiliza ampliamente en aplicaciones como transporte, agricultura y gestión de desastres.

Estos sistemas, junto con el GPS, conforman una red global de servicios, proporcionando navegación y posicionamiento confiables en prácticamente cualquier lugar del mundo. (Stanley et al., 2014)

3.2 El territorio civil y su uso en la agricultura

Con el paso del tiempo se ha logrado una creciente adaptación en el sector agrícola, siendo esta una técnica que emplea información concreta acerca del terreno y el clima para optimizar la eficiencia en el cultivo. Durante los años 90, el GPS diferencial (DGPS) mejoró la precisión del sistema, permitiendo administrar de manera más eficiente los cultivos, economizando recursos y empleando los recursos agrícolas de manera más eficiente. (Información oficial del Gobierno de los Estados Unidos relativa al Sistema de Posicionamiento Global y temas afines, 2014).

Las tecnologías que se han integrado como resultado de la evolución con el paso del tiempo, incluyen los sistemas de información geográfica y la teledetección, que ampliaron enormemente el alcance de la aplicación. Pronto

se volvió extremadamente crítico el uso de datos proporcionados por el SIG y la teledetección para realizar un seguimiento de las operaciones agrícolas, así como para tomar decisiones a tiempo con la ayuda de datos en tiempo real. Por su parte, la cartografía por satélite también dio un nuevo impulso al rendimiento de precisión en lo que respecta a la variabilidad en los campos en el rendimiento óptimo de los cultivos. Se podrían hacer frente a los desafíos planteados desarrollando información geoespacial adecuada y aplicando insumos de manera estratégica. (Stanley et al., 2014).

Mientras tanto, el Sistemas de Información Geográfica (SIG) y sensores remotos, con el paso de los años, han desplegado su uso en el sector agrícola. La aplicación de los sistemas resultó vital para monitorear las propiedades (cultivo, suelo, etc.) y las decisiones basadas en información en tiempo real. La aplicación de este sistema fue propuesta por Roger Tomlinson el padre del SIG, con la finalidad de delinear la variabilidad en los campos y aumentar la producción de los cultivos a través de mapas satelitales. Por lo tanto, poseen la capacidad de enfrentar los desafíos con información exacta para generar, estimar y distribuir los recursos estratégicamente, en lugar de estimar y distribuir los recursos tácticamente (Flejo, 2013).

4. Principios básicos del funcionamiento

La precisión del Sistema de Posicionamiento Global, que en 2008 rondaba los 18 metros, se debe en parte a la exactitud con que se calcula el tiempo que tarda la señal en recorrer la distancia entre el satélite y el receptor en la superficie terrestre. La trilateración permite a los receptores determinar su posición en función de la diferencia de tiempo que demoraron las señales de las diferentes plataformas en llegar al receptor, claro, puede haber interferencias que alteren la posición exacta, como la atmósfera. Por esto se han desarrollado tecnologías como las estaciones terrestres y pueden realizar

correcciones en tiempo real para eliminar los errores y alcanzar una precisión cercana a pocos centímetros (Agricultura Wiki, 2020).

4.1 Trilateración

La trilateración es un método matemático utilizado para determinar la posición de un punto en el espacio basándose en la geometría de los triángulos. A diferencia de la triangulación, que utiliza ángulos y una distancia conocida, la trilateración se basa únicamente en las distancias desde el punto a localizar hasta tres o más puntos de referencia con posiciones conocidas (figura 1). En un plano bidimensional, se necesitan al menos tres puntos de referencia, mientras que, en tres dimensiones, son necesarios cuatro para resolver las coordenadas del punto objetivo.



Figura 1. Trilateración.

Fuente: <https://topografia2.com/como-funciona-gps/>

Este método se utiliza ampliamente en tecnologías como el GNSS, donde se mide la distancia entre un receptor y varios satélites para determinar la ubicación precisa del receptor en la superficie de la Tierra. Además, tiene aplicaciones en otras áreas como la localización de rayos y la prevención de incendios (Anonymous, 2017).

4.2 Real Time Kinematic (RTK)

Es una técnica avanzada que mejora el posicionamiento de GNSS a una precisión de centímetros, utiliza una estación base y un receptor móvil, comparando en tiempo real la señal de los satélites. Este corrige errores provocados por la atmósfera o la calidad del reloj, lo que permite realizar trabajos agrícolas con precisión, como las siembras en línea recta el manejo de maquinaria agrícola automatizada. (Anonymous, 2017)

5. Aplicaciones

Al ser aplicada, esta tecnología ofrece diversas aplicaciones en la agricultura, que incluyen el mapeo de campos (figura 2), la optimización del uso de maquinaria y la gestión del rendimiento de los cultivos. Entre sus usos más destacados se encuentran los mapas temáticos de diagnóstico, los cuales muestran información específica sobre áreas geográficas, son herramientas clave en la agricultura actual.



Figura 2. Mapeo de campos.

Fuente: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/informacion-geoespacial-32571>

Estos mapas proporcionan información esencial sobre el terreno, como la estructura del suelo y las áreas que requieren un manejo específico. Además, integran datos topográficos (relieve y formas del terreno) y pedológicos (características del suelo), los cuales son fundamentales para una planificación eficiente. Su importancia radica en la capacidad que ofrecen para gestionar y controlar de manera óptima los recursos agrícolas, como agua, fertilizantes y maquinaria, lo que mejora la sostenibilidad y productividad. (ZEEK.GPS, 2021).

5.1. Agricultura de precisión

La agricultura de precisión utiliza tecnologías como GPS, sensores, drones e inteligencia artificial para optimizar el cultivo al máximo. Mediante mapas detallados del terreno y monitoreo en tiempo real, permite aplicar agua, fertilizantes y pesticidas exactamente donde y cuando se necesitan, evitando desperdicios. Los tractores autónomos y sistemas de riego inteligente trabajan con extrema exactitud, mientras los datos recopilados ayudan a predecir plagas y mejorar rendimientos. Esta metodología aumenta la producción hasta un 20%, reduce los costos en un 30% y minimiza el impacto ambiental, representando el futuro de una agricultura más eficiente y sostenible para alimentar al mundo.

Tecnología + Campo = Máxima eficiencia

Desde su origen, el uso de GNSS junto con el GPS ha aumentado su uso a medida que más agricultores utilizan este método. La inteligencia artificial y el aprendizaje automático permitirán un análisis de datos más profundo y predictivo, lo que ayudará a tomar decisiones basadas en datos actuales e históricos sobre el suelo, el clima y la salud de los cultivos (Guzmán, 2015).

Un ejemplo claro puede ser que muchos agricultores han empezado a utilizar drones para cartografiar el campo, así como pasa su supervisión con ayuda del GNSS les es mucho más fácil detectar las zonas problemáticas y también crear un mapa completo y preciso del campo. (SafetyCUlture, 2024)

5.1.1 Planificación del uso de la tierra

La planificación del uso de la tierra es importante para maximizar la producción agrícola y reducir el impacto ambiental. Esto ayuda a los agricultores a entender mejor el suelo para poder tomar decisiones más acertadas sobre el

uso que le pueden dar a la tierra y que rotación de cultivos pueden hacer. (Hernández, 2020).

La capacidad de crear mapas detallados de las condiciones del suelo permite identificar áreas adecuadas para cultivos específicos, optimizando el uso de recursos y aumentando la productividad. La planificación del uso de la tierra también puede ser una forma eficaz de proteger el suelo y la biodiversidad, garantizando al mismo tiempo un desarrollo agrícola sostenible a largo plazo. (Smith, 2019).

Además, la planificación del uso de la tierra puede ayudar a cumplir con las regulaciones ambientales y las políticas de uso de la tierra necesarias para sostener las operaciones agrícolas frente a la creciente presión sobre los recursos naturales. (Liu y Wang, 2018).

5.1.2 Uso en Maquinaria Agrícola

Los tractores dirigidos por GNSS pueden seguir rutas determinadas con márgenes de error mínimos, lo que evita la aplicación excesiva de fertilizantes en áreas de solapamiento de suelo y reduce el consumo de recursos. Las sembradoras asistidas, por otro lado, pueden identificar la ubicación exacta de cada semilla y hacer los ajustes necesarios para alcanzar un crecimiento óptimo y maximización del cultivo. Gracias al uso de la tecnología como el RTK, los tractores y sembradoras pueden seguir trayectos con más precisión de hasta 2 cm, lo cual es fundamental para evitar traslapes o zonas sin convertura durante la siembra y fertilización, en general la agricultura que utiliza posicionamiento por satélite y no es completamente precisa juega un papel clave al permitir un uso más eficiente de los recursos y ayudar a cuidar el suelo y el medio ambiente. (Zhang, 2008).

5.1.2.1 Maquinaria Agrícola Autónoma

Una aplicación novedosa hoy en día es la maquinaria agrícola autónoma;

tractores y cosechadoras (figura 3) con esta tecnología permiten que las máquinas trabajen con mayor precisión en el campo, lo que ayuda a reducir costos, como los de fertilizantes y pesticidas. Esto ahorra tiempo, además, materiales, así como limita el impacto ambiental al no usar demasiados productos químicos. (Tecnología agrícola, 2024).



Figura 3. Maquinaria agrícola autónoma.

Fuente: <https://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticias/8175781/02/17/El-tractor-autonomo-de-Case-IH-desembarca-en-Europa.html>

5.1.2.2 Automatización de la Maquinaria Agrícola

Una de las innovaciones que impulsó la mecanización de la maquinaria agrícola son los tractores y cosechadoras pueden conducirse de forma independiente y seguir rutas precisas y optimizadas. Esta automatización no sólo aumenta la eficiencia, sino que también reduce la necesidad de trabajo manual. Es muy útil en zonas rurales donde la mano de obra agrícola es escasa. Además, la automatización cambia el proceso de recolección y pueden realizar estas tareas de manera más eficiente y en menos tiempo, lo cual es muy importante durante la temporada de cosecha. (AGRIQUIO.COM, 2018)

La automatización agrícola ha revolucionado el campo mediante tractores y cosechadoras autónomas con precisión GNSS, permitiendo la operación

continúa 24/7 y optimizando rutas para ahorrar hasta 15% de insumos. Estos sistemas reducen la dependencia de mano de obra especialmente útil en zonas rurales con escasez, mientras los sensores ajustan automáticamente siembra, riego y fertilización. Combinado con big data, permite agricultura “centímetro a centímetro”, aumentando la productividad en un 25%, disminuyendo el desperdicio de agua en un 40% y reduciendo los costos en un 30%. Esta transformación convierte la agricultura tradicional en un sistema ciberfísico inteligente, donde máquinas autónomas toman decisiones basadas en datos en tiempo real. (AGRIQUIO.COM, 2018)

5.1.3 Monitoreo y Gestión Específica de Campos

Permite caracterizar los campos agrícolas, lo cual facilita la identificación de áreas que necesitan gestión específica, debido a su baja productividad o a problemas de suelo. Es absolutamente crucial para analizar datos en tiempo real en estos sectores, lo cual ayuda a tomar decisiones más aptas para la gestión de los cultivos y así poder tener una mejor maximización del rendimiento. (Kogut, 2024).

5.1.3.1 El Papel en la Gestión de Cultivos

La gestión de cultivos desempeña un papel importante en cuanto al manejo, ya que le permite monitorear el progreso del cultivo, identificar problemas y tomar acciones correctivas antes de que afecten seriamente el rendimiento. Utilizando herramientas como mapas de cultivos y sistemas de información geográfica (SIG), los agricultores pueden analizar datos de campo y mejorar la eficiencia de la producción. (Agps, 2015).

5.1.3.2 Integración en sensores e inteligencia artificial

El uso de sensores en el suelo permite monitorear continuamente las condiciones e implementar prácticas agrícolas apropiadas que maximicen el uso adecuado de insumos. Esto también ayuda a identificar áreas que necesitan más atención, como regar o fertilizar, lo cual es útil para evitar la pérdida de recursos. (RawData, 2024).

La inteligencia artificial también juega un papel importante en esto, ya que puede procesar datos recopilados por GNSS y otros dispositivos para predecir condiciones, anticipar problemas y optimizar los métodos agrícolas. Esto es un gran beneficio por que uno evita recopilar datos manualmente como se hacía convencionalmente. (Temas Parlamentos Europeos, 2021).

5.1.4 Drones

Los drones en conjunto con sensores de terreno y GNSS, permiten recoger información del estado de las plantas, las características del suelo la presencia de plagas y enfermedades (figura 4). Estos datos, en combinación con los mapas del terreno, ayudarán a adoptar decisiones más precisas en la aplicación de prácticas agrícolas de forma que aumenten los rendimientos y disminuyan las pérdidas. (González, Amarillo, & Sarmiento,, 2020).



Figura 4. Uso de drones.

Fuente:<https://wingtra.com/es/drones-aplicaciones-cartograficas/uso-de-drones-agricolas/>

5.1.5 Tecnología 5G y Conectividad IOT

La próxima generación de conectividad móvil, el 5G, promete conducir la labranza de definición a nuevas glorias al tolerar una conectividad ultrarrápida y de pérdida en latencia en áreas rurales. Esto permitirá la interconexión de dispositivos y sensores. Con 5G, pueden monitorear y gestionar todas sus operaciones agrícolas desde una única plataforma, desde una ubicación central o incluso desde una ubicación remota. (Raza et al., 2019).

5.1.5.1 Conectividad en la Nube y su Impacto en la Agricultura

La conectividad en la nube, combinada con la tecnología del GNSS, permite almacenar y analizar los datos geospaciales recopilados en tiempo real, mejorando la planificación y gestión agrícola a largo plazo. El GNSS proporciona datos precisos sobre la ubicación de los cultivos, el terreno y las condiciones del suelo, mientras que la nube facilita el acceso remoto y el procesamiento de esta información. Esto incrementa la eficiencia en la agricultura, al tener un respaldo de información que sirve para estimar, lo que permite a los agricultores adaptarse mejor a los cambios en los mercados y el clima, optimizando así el uso de recursos y mejorando el rendimiento de los cultivos. (Blasco, 2024).

5.1.5.2 Sistemas de Gestión Basados en la Nube

La integración del sistema de gestión en la nube permite el acceso a datos desde cualquier lugar y en cualquier momento. Esta ciencia mejora la toma de decisiones y facilita la colaboración entre diferentes partes interesadas en la cadena de suministro. (Rodríguez, 2017).

El sistema de gestión basado en la nube puede almacenar y analizar grandes cantidades de datos recopilados mediante GNSS y otros dispositivos; el seguimiento no solo mejora la eficiencia de la gestión, también respalda la

optimización y proporciona información clave sobre el rendimiento de cultivos, las condiciones del suelo y los insumos. (Huang y McNulty, 2016).

También es más fácil integrar datos de múltiples fuentes, combinando información sobre el clima, las condiciones del suelo y el rendimiento de los cultivos. Estas capacidades analíticas en profundidad son importantes para garantizar la precisión porque permiten la adaptación de las operaciones a las condiciones específicas de cada rancho. (Zhang y Kovacs, 2012).

5.1.5.3 Automatización total de la agricultura

Otra tendencia importante es la automatización continua que se beneficiará del desarrollo del GNSS y las tecnologías conectadas. Algunos ejemplos son: los tractores autónomos y maquinaria agrícola que utilizan sensores para navegar por los campos y realizar tareas agropecuarias, robots que realizan siembra, cosecha y aplicaciones de insumos sin operadores; y sistemas conectados que toman decisiones en tiempo real. La combinación de agricultura de precisión con automatización está revolucionando el sector agropecuario, haciendo posible una producción más sostenible, precisa y escalable para alimentar a la población global. (Wang, 2018)

5.1.6 Impacto en la Agricultura de Pequeña Escala

Aunque las grandes empresas han adoptado la agricultura inteligente, los pequeños agricultores también pueden salir beneficiados. Mediante una buena gestión de sus recursos y una optimización de las operaciones diarias, pueden mejorar su producción y reducir el desperdicio. Esto significa una mayor productividad y un mejor uso de recursos disponibles, lo cual es importante en un contexto en el que muchos agricultores luchan por sobrevivir. (Joaquín Arias, 2021-2022)

La educación y capacitación en el uso de estas tecnologías son fundamentales para maximizar sus beneficios. Programas de formación agrícola ayudan a los pequeños agricultores a adquirir las habilidades necesarias para utilizar eficazmente estas herramientas, permitiéndoles competir en el mercado actual y mejorar su rentabilidad. (Agps, 2015)

Aunque, la adopción de la agricultura de precisión presenta desafíos para pequeños agricultores, las ventajas potenciales de eficiencia y productividad son significativas. Con el apoyo adecuado y programas de capacitación, es posible superar las barreras económicas y tecnológicas, permitiendo que los pequeños agricultores se beneficien de las innovaciones en el sector agrícola. (Bedoya, 2023)

5.1.6.1 Retos en la implementación para pequeños agricultores

El costo inicial de esta ciencia puede ser un gran impedimento para muchos. La inversión necesaria para adquirir equipos, software y formación suele ser algo cara. Para abordar estos problemas, algunos gobiernos y organizaciones no gubernamentales han comenzado a implementar programas de subvenciones y financiación para facilitar el acceso a la tecnología, permitiendo que los agricultores se beneficien del GNSS.

5.1.7 Uso en la agricultura forestal

La agrosilvicultura (agricultura forestal), que implica el manejo de árboles y otros cultivos, también se beneficia de su uso. Esta permite planificar adecuadamente la distribución de cultivos y árboles, aprovechar mejor el espacio y aumentar la sostenibilidad a largo plazo. Las tierras de cultivo se pueden mapear fácilmente para que se puedan encontrar los mejores lugares para plantar árboles y cultivar más. Esto no sólo aumenta la biodiversidad agrícola, sino que también ayuda a reducir el cambio climático mediante el secuestro de carbono. (Mandal, 2019).

5.1.7.1 Monitoreo de cultivos agroforestales

Al usarlo para monitorear el crecimiento de árboles y otros cultivos, pueden tomar decisiones sobre el manejo de la tierra y optimizar el uso de recursos como el agua y los nutrientes. Además, la integración de drones y sensores en la agroforestería permite un seguimiento continuo de la salud de los cultivos y los árboles, lo cual es importante para implementar prácticas de gestión sostenible. (AGRICULTURE, 2023-2024).

El desarrollo sostenible también tiene como objetivo mejorar la eficiencia de los recursos y reducir los impactos ambientales negativos mediante la promoción de actividades que logren estos objetivos, adaptándose así a las condiciones climáticas y optimizando el uso de materias primas a lo largo del tiempo. (Agricultura Wiki, 2020).

5.1.8 Evaluación de la biodiversidad

Al mapear la distribución de especies de plantas y animales, pueden tomar decisiones que ayuden a mantener y mejorar la salud agrícola. La biodiversidad es importante para mantener ecosistemas diversos, que pueden prevenir y superar problemas como plagas y enfermedades. Los agricultores pueden monitorear la biodiversidad en sus tierras y ajustar sus prácticas para promover la conservación de la biodiversidad y la salud del suelo. (González, 2023). La información proporcionada por la tecnología puede utilizarse con fines de investigación científica y ambiental, mejorando así la comprensión de su relación con el medio ambiente. (Hernández, 2020).

5.2 Postcosecha

5.2.1 Seguimiento y Trazabilidad de Productos Agrícolas

El uso de sistemas de seguimiento avanzados en la cadena de suministro puede optimizar significativamente las operaciones, permitiendo una gestión más eficiente de los procesos de producción y distribución. Estos sistemas facilitan la identificación y resolución de problemas relacionados con la calidad y la seguridad de los productos, aspectos críticos para garantizar la integridad del proceso productivo.

Por ejemplo, en el caso de que se detecte contaminación en varios productos, el sistema de seguimiento permite rastrear de manera precisa el origen del problema, identificando rápidamente la fuente de la contaminación. Esta capacidad de trazabilidad facilita la eliminación inmediata de los productos comprometidos del mercado, lo que no solo protege la salud del consumidor, sino que también resguarda la reputación de la marca o empresa productora. En este sentido, la implementación de tecnologías de seguimiento no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también refuerza la confianza del consumidor y la seguridad del mercado. (General, 2024)

5.2.2 Distribución de productos agrícolas

El papel de la distribución de productos agrícolas también ha aumentado significativamente. La capacidad de rastrear y optimizar las rutas de entrega permite a los fabricantes y distribuidores reducir los costos de envío y acelerar los tiempos de entrega. Esto es importante para mantener los alimentos frescos y aumentar la satisfacción del cliente. (Gómez, 2023).

El uso de un sistema basado en una planificación adecuada de rutas puede ayudar a los distribuidores a evitar la congestión del tráfico y reducir el consumo de combustible. Esto no sólo mejora la eficiencia económica del negocio, sino que también tiene un impacto positivo en el medio ambiente al

reducir las emisiones de dióxido de carbono asociadas con el transporte de productos agrícolas. (Brown, 2020).

5.3. Adaptación en ganadería

El GNSS también ha demostrado ser una herramienta valiosa en la ganadería. Gracias a esta ciencia, los agricultores pueden rastrear la ubicación del ganado en tiempo real, lo que resulta especialmente útil en grandes extensiones de terreno. También permite monitorear la salud de los animales de granja e identificar patrones de comportamiento, optimizando así el manejo nutricional y reduciendo las pérdidas. (Pérez, 2021). El seguimiento permite a los agricultores gestionar animales con mayor precisión, lo que resulta útil en grandes extensiones de terreno donde es difícil localizar animales. La tecnología ayuda a las operaciones ganaderas al permitir a los productores identificar patrones de movimiento y comportamiento que respaldan la planificación y el manejo de la alimentación (Hernández, 2016).

5.3.1 Mejoras en la Salud Animal

También se puede integrar con sistemas de seguimiento para alertar sobre posibles problemas de salud en los animales de granja. Por ejemplo, si un animal se comporta de manera diferente o abandona el corral, el sistema puede alertar a los agricultores para que puedan intervenir tempranamente y mejorar el bienestar del animal. (Tey y Brindal, 2012).

6. Problemas y retos en la implementación.

Aunque la adopción de nuevas tecnologías ofrece ventajas en la práctica agropecuaria, también existen diversas dificultades y limitaciones que dificultan su implementación, especialmente entre los pequeños agricultores. Introducir estas innovaciones en comunidades rurales, donde el acceso a

herramientas tecnológicas como las que incorporan GNSS es limitado, sigue siendo un reto. Este desafío no solo se debe a las limitaciones de desarrollo en el ámbito rural y la escasa colaboración por parte del Estado sobre aspectos técnicos, sino también a la resistencia al cambio y la dificultad de adaptar las formas tradicionales de trabajo a las nuevas tecnologías.

Para los agricultores, uno de los mayores obstáculos para incorporar son los costos iniciales de instalación. Aunque a la larga, es claro que ofrecerá grandes beneficios, los pequeños agricultores encuentran dificultades económicas para adaptarse. El costo de los equipos y sistemas GNSS y los sistemas de calibración pueden ser un poco caros para poder ser costeados con los recursos limitados. (QUALITYWEB 360, 2020)

6.1 Conductividad y precisión en la provincia

En las áreas rurales, la conectividad puede ser un desafío, por ejemplo, si el mundo dependiera principalmente de los satélites, esto sería un problema en entornos rurales con mala conectividad o geografía irregular. La señal que se recibe no es siempre buena, por lo tanto, el posicionamiento resulta deficiente, dificultando la gestión agrícola. (Web oficial de la UE, 2021).

6.2 Aprendizaje y cambio tecnológico

La adopción agrícola requiere un proceso de aprendizaje real, incorporar nuevas herramientas, individualmente, muchos productores, especialmente aquellos que no saben cómo utilizar el avance digital, podrían tener problemas para adaptarse. La falta de acceso a programas de capacitación adecuados puede ser una barrera en muchas áreas que disminuye la eficiencia de esta tecnología. (Martínez, 2023).

6.3 Dependencia tecnológica

Si bien el GNSS resulta una herramienta útil, también ha hecho que la gente dependa de ella. Si los sistemas fallan, ya sea en su estructura técnica, por interferencias o un ataque cibernético, la agricultura sufriría mucho. Ante esta vulnerabilidad de fallas técnicas se justifica la razón de utilizar técnicas tradicionales de siembra y cultivo. (BBC NEWS MUNDO, 2019)

6.4 La aplicación en la agricultura en áreas subdesarrolladas

El potencial para aprovechar las áreas subdesarrolladas es enorme. Al brindar información agrícola, podrás ayudar a mejorar tu negocio y aumentar la producción, lo que beneficiará el desarrollo de estos sectores.

La preparación de programas de capacitación adaptados a las necesidades locales ayudará a superar las barreras culturales y tecnológicas en el sector agrícola que crecen día a día. (Figura 5) (Schimmelpfennig, 2016).



Figura 5. Tecnología agrícola.

Fuente: <https://eos.com/wp-content/uploads/2020/09/agriculture-technologies-evolution-es.jpg>

7. Conclusión

La llegada del GNSS a la agricultura ha marcado el comienzo de una nueva era, transformando la manera en que se gestiona el campo. Este avance tecnológico ha permitido un mayor control sobre los cultivos, pasando de un enfoque basado en la intuición y la experiencia heredada, a uno donde las decisiones se toman a partir de datos proporcionados por la geolocalización. Estos datos sitúan en el espacio la información sobre necesidades del suelo y de los cultivos. El GNSS no es solo una herramienta más; es un reflejo de cómo la tecnología puede enriquecer y modernizar prácticas tan antiguas como la agricultura: Una de las tecnologías que mejora esta precisión es RTK, que permite reducir márgenes de error del GNSS a solo centímetros. Gracias a esto, la maquinaria agrícola puede trabajar con alta exactitud, optimizando el uso de recursos y reduciendo pérdidas.

No obstante, a pesar de ser la tecnología para la agricultura de precisión más popular, su adopción enfrenta desafíos significativos, especialmente para los pequeños agricultores, quienes a menudo se ven limitados por problemas económicos y técnicos. A pesar de estos obstáculos, el GNSS representa una esperanza para lograr una agricultura más sostenible y eficiente. Con el tiempo, es probable que esta tecnología se vuelva más accesible, lo que permitirá que todos los agricultores puedan aprovechar sus beneficios.

En última instancia, el GNSS es más que una herramienta, es un medio que facilita una nueva forma de concebir y practicar la agricultura, en la que la tecnología y la tradición se complementan para garantizar un futuro más justo, sostenible y productivo para todos.

8. Bibliografía

- Alonso (13 de 02 de 2013). *6 El sistema GPS*. Obtenido de 6 El sistema GPS: https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node20_mn.html
- ABC NEWS MUNDO. (15 de 02 de 2024). Cómo el GPS se volvió invaluable en sólo 3 décadas (y por qué el riesgo de una falla es tan estremecedor). *ABC NEWS MUNDO*, págs. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50398099>.
- Adrián González, A. G. (2020). Aplicación de drones en la agricultura de precisión: Experiencias en América Latina. En A. G. Adrián González, *Revista Latinoamericana de Innovación Agrícola* (págs. 45-56). Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/agricultura>
- Agps. (2015). Aplicaciones GPS: La herramienta imprescindible en la agricultura. *Agps*, 5-7. Obtenido de <https://www.ibm.com/es-es/topics/smart-farming>
- Agricultura Wiki. (2020). *Agricultura Wiki*. Obtenido de ¿Qué es la agricultura sostenible y ejemplos?: 10 ejemplos de agricultura sostenible para proteger el medio ambiente: <https://agriculturawiki.com/que-es-la-agricultura-sostenible-y-ejemplos-10-ejemplos-de-agricultura-sostenible-para-proteger-el-medio-ambiente/>
- AGRICULTURE. (2023-2024). AGRICULTURAL DRONE INDUSTRY INSIGHT REPORT. *AGRICULTURE, BETTER GROWTH BETTER LIFE*, 10-12. Obtenido de https://www1.djicdn.com/cms_uploads/ckeditor/attachments/9171/03e81f9a23cf4df447b66c91c43d929a.pdf
- AGRIQUIO.COM. (26 de 02 de 2018). *Los avances tecnológicos en la maquinaria agrícola*. Obtenido de Los avances tecnológicos en la maquinaria agrícola: <https://agriquipo.com/blog/agricultura/tecnologia/avances-tecnologicos-en-la-maquinaria-agricola/>
- Agrozapiens. (2023). *Agricultura de precisión: tecnología avanzada para optimizar la producción agrícola*. Obtenido de Agricultura de precisión: tecnología avanzada para optimizar la producción agrícola: <https://agrozapiens.com/agricultura-de-precision-tecnologia-avanzada-para-optimizar-la-produccion-agricola/>
- Agrozapiens. (2023). *Agricultura de precisión: tecnología avanzada para optimizar la producción agrícola*. Obtenido de Agricultura de precisión: tecnología avanzada para optimizar la producción agrícola: <https://agrozapiens.com/agricultura-de-precision-tecnologia-avanzada-para-optimizar-la-produccion-agricola/>

- Ambientum Portal Ambiental. (23 de 07 de 2024). *ambientum*. Obtenido de ambientum:
<https://www.ambientum.com/ambientum/agricultura/sensores-inteligentes-la-clave-para-un-cultivo-mas-eficiente.asp>
- Anonymous. (14 de 06 de 2017). *LibreTexts*. Obtenido de LibreTexts:
[https://espanol.libretexts.org/Ciencias_Sociales/Ciencias_Sociales/Sociologia/Introducci%C3%B3n_a_los_m%C3%A9todos_de_investigaci%C3%B3n/Libro%3A_Principios_de_Investigaci%C3%B3n_Sociol%C3%B3gica_%E2%80%94_M%C3%A9todos_Cualitativos_y_Cuantitativos_\(Blacks](https://espanol.libretexts.org/Ciencias_Sociales/Ciencias_Sociales/Sociologia/Introducci%C3%B3n_a_los_m%C3%A9todos_de_investigaci%C3%B3n/Libro%3A_Principios_de_Investigaci%C3%B3n_Sociol%C3%B3gica_%E2%80%94_M%C3%A9todos_Cualitativos_y_Cuantitativos_(Blacks)
- BBC NEWS MUNDO. (6 de 11 de 2019). Cómo el GPS se volvió invaluable en sólo 3 décadas (y por qué el riesgo de una falla es tan estremecedor). Cómo el GPS se volvió invaluable en sólo 3 décadas (y por qué el riesgo de una falla es tan estremecedor), America latina, centro america. Obtenido de
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-50398099>
- BBVA. (2024). ¿Qué es la agricultura de precisión? La gestión digital del campo. *sostenibilidad*, 5. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-agricultura-de-precision-la-gestion-digital-del-campo/>
- Bedoya, o. W. (2023). Agricultura inteligente para pequeños agricultores. *Territorio Sustentable*, 3. Obtenido de https://territoriosostenibles.com/ciencia-y-tecnologia/agricultura-inteligente-para-pequenos-agricultores/?utm_source=chatgpt.com
- Belenguer, J. (20 de 10 de 2023). *ainia*. Obtenido de Los 3 ejes para conseguir una agricultura inteligente y sostenible para las pequeñas y medianas explotaciones:
<https://www.ainia.com/ainia-news/3-ejes-agricultura-inteligente-sostenible-pequenas-medianas-explotaciones/>
- Blasco, J. L. (2024). Transformación de tipo de datos computing. *OpenWebinars*, 5-6. Obtenido de <https://openwebinars.net/blog/edge-computing-transformando-el-procesamiento-de-datos-en-tiempo-real/>
- Calvo, A. (06 de 08 de 2019). *Agroptima Blog*. Obtenido de Agroptima Blog:
<https://blog.agroptima.com/es/blog/autoguiado-tractores-marcas-modelos-diferencias/>
- Carlos Lago González, J. C.-P.-P. (2019). ResearchGate. *Aplicación en la agricultura de precisión. Generación automática de mapas de rendimiento*, 20-25. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/44215401_Aplicacion_en_la_agricultura_de_precision_Generacion_automatica_de_mapas_de_rendimiento
- Comisión Europea. (1 de 09 de 2017). *CORDIS*. Obtenido de La agricultura de precisión: la semilla de una nueva revolución agrícola:

<https://cordis.europa.eu/article/id/400295-precision-farming-sowing-the-seeds-of-a-new-agricultural-revolution/es>

- Flejo, E. G. (2013). *TECNOLOGIA AGROPECUARIA*. Obtenido de TECNOLOGIA AGROPECUARIA:
<https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>
- FORMONAUT. (4 de 10 de 2024). *Revoluciona tu Productividad Agrícola: Monitoreo de Cultivos por Satélite y Análisis de Datos para una Agricultura de Precisión*. Obtenido de *Revoluciona tu Productividad Agrícola: Monitoreo de Cultivos por Satélite y Análisis de Datos para una Agricultura de Precisión*:
<https://farmonaut.com/precision-farming/revolucion-a-tu-productividad-agricola-monitoreo-de-cultivos-por-satelite-y-analisis-de-datos-para-una-agricultura-de-precision/>
- General, A. (12 de 03 de 2024). *RawData*. Obtenido de *Agricultura de Precisión: Los Mejores GPS Agrícolas del Mercado*: <https://agrawdata.com/blog/gps-agricola/>
- Guzmán, E. &. (2015). *Tecnología GPS en la agricultura de precisión en el Cono Sur*. *Revista de Innovación Tecnológica Agrícola*, 25-40. Obtenido de <https://www.tecnologiaagraria.org>
- IAT. (23 de 04 de 2022). *The Realiabe choice for Accessibility*. Obtenido de *The Realiabe choice for Accessibility*: <https://iat.es/tecnologias/internet-de-las-cosas-iot/agricultura/>
- Información oficial del Gobierno de los Estados Unidos relativa al Sistema de Posicionamiento Global y temas afines. (2014). *Agricultura. agricultuta*, 3. Obtenido de <https://www.gps.gov/applications/agriculture/spanish.php>
- JACTO. (10 de 06 de 2024). *JACTO*. Obtenido de *Importancia de la conectividad en zonas rurales y su efecto en la agricultura de precisión*:
<https://bloglatam.jacto.com/conectividad-zonas-rurales/>
- Joaquín Arias. (2021-2022). *PRESPECTIVAS DE LA AFRICULTURA Y DEL DESARROLLO RURAL EN LAS AMERICAS. PRESPECTIVAS DE LA AFRICULTURA Y DEL DESARROLLO RURAL EN LAS AMERICAS, una mirada hacia america latina y el caribe*, 95-105. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ec3e9a9f-593e-4c55-85a3-b5eefbeca839/content>
- Kogut, P. D. (25 de 09 de 2024). *Agricultura De Precisión: De Los Libros A La Realidad*. Obtenido de *Agricultura De Precisión: De Los Libros A La Realidad*:
<https://eos.com/es/blog/agricultura-de-precision/>

- Mandal, T. (2019). Agrosilvicultura: cómo combinar árboles y agricultura para conservar mejor el agua y el suelo. *WIKIFARMER*, 3-5. Obtenido de Agrosilvicultura: cómo combinar árboles y agricultura para conservar mejor el agua y el suelo: <https://wikifarmer.com/es/agrosilvicultura-como-combinar-arboles-y-agricultura-para-conservar-mejor-el-agua-y-el-suelo/>
- Mi Agronomo.es. (2017). *Ingeneria, Agricultura y Agua*. Obtenido de Ingeneria, Agricultura y Agua: <https://www.miagronomo.es/p/gps-agricultura-aplicaciones.html>
- Milthon Lujan Monja. (18 de 05 de 2024). *Agricultura 4.0: La revolución de la agricultura inteligente para un futuro sostenible*. Obtenido de Agricultura 4.0: La revolución de la agricultura inteligente para un futuro sostenible: <https://innovaromorir.com/agricultura-4-0-revolucion-agricultura-inteligente-futuro-sostenible/>
- NETAFIN. (2020). Beneficios de la tecnificación del riego en la agricultura. *Beneficios de la tecnificación del riego en la agricultura*. Obtenido de <https://www.netafim.com.mx/blog/Beneficios-de-la-tecnificacion-del-riego-en-la-agricultura/>
- Pingali, P. L. (2012). *Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead*. Obtenido de Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead.: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0912953109>
- QUALITYWEB 360. (2020). *Sistema de Gestión de la Calidad: costos de implementarlo*. Obtenido de Sistema de Gestión de la Calidad: costos de implementarlo: <https://www.qualityweb360.com/es/category/iso-9001-sin-secretos/>
- RawData. (2024). Revolución en el Campo: Cómo la Tecnología Está Transformando la Agricultura Moderna. *Agricultura General*. Obtenido de <https://agrawdata.com/blog/tecnologia-en-la-agricultura/>
- Stanley et al. (2014). *ADOPCIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍA EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN*. Obtenido de ADOPCIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍA EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN: <https://www.gisandbeers.com/RRSS/Publicaciones/Tecnologia-Agricultura-Precision.pdf>
- Tecnología agrícola. (30 de 07 de 2024). *Maquinaria Agrícola: Tipos Y Efecto En La Agricultura*. Obtenido de Maquinaria Agrícola: Tipos Y Efecto En La Agricultura: <https://eos.com/es/blog/maquinaria-agricola/>
- Temas Parlamentos Europeos. (26 de 03 de 2021). *Inteligencia artificial*. Obtenido de ¿Qué es la inteligencia artificial y cómo se usa?:

<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>

TOTVS. (16 de 2 de 2024). *Agricultura digital: qué es y cuál es su contexto*. Obtenido de Agricultura digital: qué es y cuál es su contexto:

<https://es.totvs.com/blog/gestion-agricola/agricultura-digital-que-es-y-cual-es-su-contexto/>

VIDA SUSTENYABLE. (2015). *Guía completa de la agricultura de precisión: beneficios, tecnologías y tendencias*. Obtenido de Guía completa de la agricultura de precisión: beneficios, tecnologías y tendencias: <https://vida-sustentable.com/que-es-la-agricultura-de-precision/>

Wang, L. &. (2018). Aplicaciones GPS: La herramienta imprescindible en la agricultura. *Agps*, 3. Obtenido de https://www.agps.es/gps/aplicaciones-gps-la-agricultura/#google_vignette

Web oficial de la UE. (30 de 07 de 2021). *Visión a largo plazo para las zonas rurales: por unas zonas rurales de la UE más fuertes, conectadas, resilientes y prósperas*.

Obtenido de Visión a largo plazo para las zonas rurales: por unas zonas rurales de la UE más fuertes, conectadas, resilientes y prósperas:

https://ec.europa.eu/regional_policy/es/newsroom/news/2021/06/30-06-2021-long-term-vision-for-rural-areas-for-stronger-connected-resilient-prosperous-eu-rural-areas

ZEEK.GPS. (14 de 09 de 2021). *10 usos de las aplicaciones GPS para la agricultura*.

Obtenido de 10 usos de las aplicaciones GPS para la agricultura:

<https://zeekgps.com/10-usos-de-las-aplicaciones-gps-para-la-agricultura/>

Zhang, Q. (2008). Precision agriculture technology for crop farming. En Q. Zhang,

Precision agriculture technology for crop farming. (págs. 85-100). Taylor &

Francis. Obtenido de <https://www.taylorandfrancis.com/precision-agriculture>

Zona Techno Crew. (2024). Historia del GPS. *Orígenes, evolución y desarrollo del sistema*, 5.