

OPTIMIZA TUS CULTIVOS: ¿AGRICULTURA DE PRECISIÓN, TECNOLOGÍA A FAVOR DEL PEQUEÑO PRODUCTOR?

Optimize Your Crops: ¿Precision Agriculture, Technology for Small Producers?

Pacheco Leonardo.

Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Centrales Rómulo Gallegos, Núcleo Calabozo. E-mail: pachecochita44@gmail.com; ORCID: 0009-0003-2092-8391.

Fecha de inicio: 15/06/2025

Fecha de finalización: 15/09/2025

RESUMEN

La agricultura de precisión es una técnica innovadora que optimiza la producción agrícola mediante el uso de tecnologías avanzadas. Uno de los principales beneficios, es el aumento en la eficiencia del uso de recursos, como agua, fertilizantes y pesticidas de manera más precisa y específica. Esto reduce costos operativos y minimiza el impacto ambiental al disminuir el exceso de productos químicos en el suelo y el agua. La agricultura de precisión, aunque representa un avance significativo en la tecnología agrícola, también presenta una serie de desventajas y desafíos para el pequeño productor. A medida que los agricultores adoptan herramientas y tecnologías avanzadas, es importante considerar tanto los beneficios como las limitaciones y desventajas que pueden afectar su implementación a nivel de costo de inversión. La complejidad tecnológica de estas técnicas requiere de conocimientos específicos. Muchos agricultores pueden carecer de la capacitación necesaria para operar estos sistemas de manera efectiva, ocasionando errores operativos y decisiones ineficaces, lo que podría anular los beneficios esperados de la tecnología. Será fundamental desarrollar estrategias que aborden estos desafíos y permitan una

adopción más equitativa y consciente de la tecnología en el sector agrícola.

Palabras claves: Agricultura de precisión, tecnologías modernas, productor.

ABSTRACT

Precision agriculture is an innovative technique that optimizes agricultural production through the use of advanced technologies. One of the main benefits is the increased efficiency of resource use, such as water, fertilizers, and pesticides, in a more precise and targeted manner. This reduces operating costs and minimizes environmental impact by reducing excess chemicals in the soil and water. Precision agriculture, although a significant advance in agricultural technology, also presents several disadvantages and challenges for small-scale producers. As farmers adopt advanced tools and technologies, it is important to consider both the benefits and the limitations and disadvantages that may affect their implementation in terms of investment costs. The technological complexity of these techniques requires specific technical knowledge. Many farmers may lack the necessary training to operate these systems effectively, leading to operational errors and ineffective decisions, which could negate the expected benefits of the technology. It will be essential to develop strategies that address these challenges and allow for a more equitable and informed adoption of the technology in the agricultural sector.

Key words: Precision agriculture, modern technologies, producer.

INTRODUCCIÓN

La agricultura de precisión ha emergido como una de las innovaciones más significativas en el campo de la agricultura moderna. Este enfoque, que combina tecnología avanzada con prácticas agrícolas sostenibles, está transformando la forma en que los agricultores manejan sus cultivos y ganado. A continuación, exploraremos los beneficios clave de la agricultura de precisión y su impacto en la sostenibilidad, la eficiencia y la rentabilidad.

En cuanto a la implementación de la agricultura de precisión en Venezuela, no hay registros públicos claros sobre el primer ensayo específico, ha sido un proceso gradual, impulsado por la necesidad de mejorar la eficiencia y la productividad agrícola en el país. Esto incluye la adopción de prácticas específicas según las condiciones del suelo y del cultivo.

Antes de contar con las herramientas para implementar la agricultura de precisión, se consideraban los lotes como una unidad productiva, tomando datos promedios de productividad y de características físicas y químicas del suelo. Tratando grandes áreas de igual forma, el productor pasaba menos tiempo en el campo y cubría más tareas por día.

De este modo hoy día, con el nivel tecnológico alcanzado, permite al productor medir, analizar y manejar la variabilidad dentro del lote que era conocido previamente pero no se podía manejar. La posibilidad de manejar variaciones en la producción dentro del lote y maximizar los rendimientos, han sido siempre los deseos de los productores, especialmente aquellos con limitaciones en el recurso suelo.

¿QUÉ ES LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN?

La agricultura de precisión es aquella basada en el uso de tecnologías avanzadas y datos detallados para optimizar la gestión de los cultivos y los recursos disponibles. En otras palabras, implica recopilar, analizar y aplicar información específica para tomar decisiones más precisas y eficientes en todas

las etapas de la producción. Una de las claves es, precisamente, comprender la variabilidad espacial y temporal o, dicho de otro modo, reconocer que los campos agrícolas no son uniformes.

¿CÓMO FUNCIONA?

La Figura 1, muestra el esquema de funcionalidad de la agricultura de precisión, basada en los siguientes ítems:

1. Recopilación de datos: Sensores, satélites, drones y GPS registran datos sobre el suelo, el clima y el estado del cultivo.
2. Análisis de datos: Se utilizan sistemas de información geográfica (GIS) y software para procesar y analizar estos datos, creando mapas que muestran las variaciones dentro del campo.
3. Toma de decisiones: Los agricultores utilizan esta información para zonificar las parcelas y aplicar tratamientos específicos en cada zona.
4. Aplicación de insumos: Maquinaria automatizada aplica la cantidad exacta de insumos (fertilizantes, pesticidas, agua) necesaria en cada lugar y momento.



Figura 1. Esquema de funcionalidad.

LOS BENEFICIOS DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

1. **Uso Eficiente de Recursos.** Uno de los principales beneficios de la agricultura de precisión es la optimización del uso de recursos como agua, fertilizantes y pesticidas. Mediante el uso de tecnologías como sensores, drones e imágenes satelitales, los agricultores pueden recopilar datos específicos sobre sus campos y aplicarlos de manera precisa. Esta gestión racional de insumos no solo reduce costos, sino que también minimiza el impacto ambiental al evitar la sobre aplicación de productos químicos.
2. **Mejora en el Rendimiento de Cultivos.** La capacidad de monitorear y analizar diferentes variables del suelo y del clima permite a los productores tomar decisiones informadas. Al adaptar las prácticas agrícolas a las necesidades específicas de cada área de producción, se puede lograr una mejora significativa en el rendimiento de los cultivos. Por ejemplo, la siembra variable de semillas según las características del terreno puede resultar en cosechas más abundantes y de mejor calidad.
3. **Reducción del Impacto Ambiental.** La agricultura de precisión contribuye significativamente a la sostenibilidad agrícola. Al minimizar el uso de insumos químicos y optimizar el uso del agua, se reduce la contaminación y la degradación del suelo. Además, este enfoque fomenta prácticas más respetuosas con el medio ambiente, lo que ayuda a proteger la biodiversidad y a conservar los recursos naturales para futuras generaciones.
4. **Toma de Decisiones Basada en Datos.** El acceso a grandes volúmenes de datos y la capacidad de analizarlos en tiempo real permiten a los agricultores hacer predicciones más precisas sobre el rendimiento de sus cultivos y responder rápidamente a cambios en las condiciones ambientales. Esta toma de decisiones basada en datos se traduce en un manejo más eficiente y en la mitigación de riesgos, lo que es crucial en un entorno agrícola cada vez más impredecible debido al cambio climático.

5. **Aumento de la Rentabilidad.** Al integrar tecnologías avanzadas y prácticas de manejo eficiente de recursos, los agricultores pueden experimentar un aumento en la rentabilidad. La reducción de costos operativos mediante técnicas de gestión precisa, junto con la mejora en los rendimientos, se traduce en márgenes de ganancia más altos. Además, los productos de mayor calidad pueden alcanzar mejores precios en el mercado, beneficiando aún más a los productores.
6. **Adaptación al Cambio Climático.** La agricultura de precisión desempeña un papel importante en la adaptación de la producción agrícola a los efectos del cambio climático. Con el uso de tecnologías que analizan patrones climáticos y predecir eventos extremos, como sequías o inundaciones, los agricultores pueden implementar estrategias proactivas que protejan sus cultivos y garanticen la seguridad alimentaria.

CICLO COMPLETO DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

El ciclo completo de la agricultura de precisión se muestra en la Figura 2, y consta de cuatro etapas principales: recopilación de datos (con sensores, drones, satélites), análisis de datos (para interpretar la variabilidad del campo), toma de decisiones (basada en los datos para optimizar insumos) y aplicación o implementación (realizada de forma variable y automatizada según lo planeado). El objetivo es aplicar el insumo correcto, en la dosis correcta, en el lugar correcto y en el momento correcto, mejorando la eficiencia y la sostenibilidad.

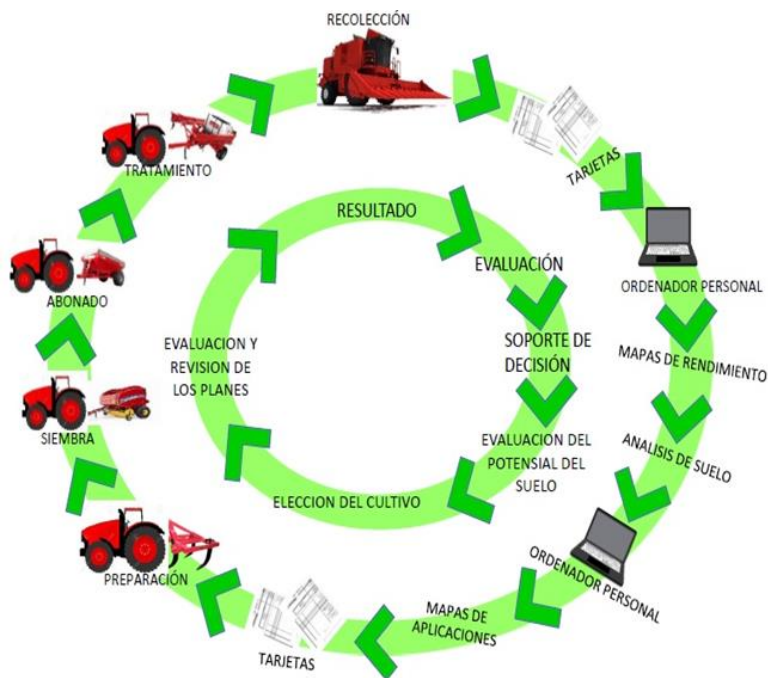


Figura 2. Ciclo completo.

DESVENTAJAS DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

1. Costos Iniciales Elevados. Una de las barreras más significativas para la adopción de la agricultura de precisión son los altos costos iniciales asociados con la implementación de tecnologías avanzadas. La compra de equipos como drones, sensores, sistemas de GPS, y software especializado puede suponer una inversión considerable, lo que dificulta la entrada a pequeños agricultores o aquellos con recursos limitados. Esto genera una disparidad en el acceso a estas tecnologías, favoreciendo a grandes productores mientras que muchos pequeños agricultores quedan rezagados.
2. Complejidad Tecnológica. La agricultura de precisión implica el uso de tecnologías complejas que requieren conocimientos técnicos específicos.

Muchos agricultores pueden carecer de la capacitación necesaria para operar estos sistemas de manera efectiva. La falta de educación y formación en el uso de estas herramientas puede conducir a errores operativos y decisiones ineficaces, lo que podría anular los beneficios esperados de la tecnología.

3. **Dependencia de la Tecnología.** La dependencia de tecnologías avanzadas puede generar vulnerabilidades en el sistema agrícola. Si fallan las herramientas tecnológicas, como los sistemas GPS o los sensores, el agricultor podría enfrentar dificultades importantes en la gestión de sus cultivos. Además, eventos como cortes de energía o problemas de conectividad pueden interrumpir el flujo de información necesario para una toma de decisiones adecuada.
4. **Riesgos de Privacidad y Seguridad de Datos.** La recopilación y el análisis de datos son componentes esenciales en la agricultura de precisión. Sin embargo, esto plantea preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de la información. Los datos recogidos pueden incluir detalles críticos sobre la ubicación de las fincas y las prácticas agrícolas, lo que podría resultar en riesgos de seguridad si caen en manos equivocadas. Las brechas de datos pueden llevar a una explotación malintencionada de esta información.
5. **Impacto en la Diversidad Agrícola.** El enfoque en la optimización y la eficiencia de los cultivos puede llevar a una disminución en la diversidad agrícola, ya que se priorizan ciertas variedades de plantas que ofrecen mayores rendimientos o resistencias a plagas. Esta homogeneización puede aumentar la vulnerabilidad a enfermedades y plagas, afectando la resiliencia del sistema agrícola en general. La pérdida de biodiversidad es preocupante para la sostenibilidad a largo plazo de la agricultura.
6. **Consumo Intensivo de Recursos Digitales.** La agricultura de precisión requiere un consumo intensivo de recursos digitales y energía. El uso de

tecnologías como drones e inteligencia artificial implica un consumo de electricidad y materiales que, si no provienen de fuentes renovables, pueden contribuir al cambio climático. Además, la producción de dispositivos tecnológicos implica una huella de carbono considerable que debe ser considerada en un contexto de sostenibilidad.

¿CÓMO AYUDA LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN A LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES?

El papel que desempeñan las pequeñas explotaciones agrícolas para garantizar la seguridad alimentaria mundial hoy en día es inmenso, y es evidente que, con el rápido crecimiento de la población y el agotamiento de la productividad de las tierras agrícolas, se prevé que este papel aumente exponencialmente en el futuro próximo. Un informe del PNUD de 2021 estima que los pequeños agricultores de precisión representan alrededor del 90 % de todos los agricultores del mundo.

Cuando el pequeño productor escucha hablar de agricultura de precisión, lo primero que le suele venir a la cabeza es que se trata de nuevas tecnologías, innovaciones... que el precio es elevado., aunque a menudo asociada con grandes explotaciones. Nada más lejos de la realidad. Ni es un sistema complejo ni requiere de una fuerte inversión. De hecho, la agricultura de precisión te ayudará a ahorrar costes, por ejemplo, en fertilizantes, agua, etc. También ofrece beneficios significativos a los productores de bajos recursos.

Por otro lado, las pequeñas explotaciones agrícolas no suelen asociarse con estas herramientas. Sin embargo, el progreso tecnológico en el campo de la agricultura de precisión ha difuminado esa frontera y la ha hecho asequible y aplicable también para las pequeñas explotaciones. Esto puede ser algo complicado y tedioso. Sin embargo, lo que se necesita no son mapas sino un Ingeniero Agrónomo. El cual interprete el recurso más importante para el pequeño o gran productor, el suelo.

Además, la aplicación de la agricultura de precisión en pequeñas explotaciones agrícolas debe seguir un enfoque que comience con la recopilación y el análisis de datos para crear un modelo de agricultura de precisión específico para cada sitio. Los pasos para un enfoque ideal de agricultura de precisión en pequeñas explotaciones agrícolas son los siguientes:

- **Primero comprenda su suelo.** El suelo se considera el factor más importante que influye en la producción agrícola. Por lo tanto, es lógico que la aplicación de la agricultura de precisión en pequeñas explotaciones incluya, en primer lugar, un mejor conocimiento del suelo de la explotación.
- **Las propiedades físicas y químicas del suelo.** Se analizan mediante muestreo, y la mayoría de los pequeños agricultores solo toman una muestra de su suelo, tratando sus tierras de cultivo como si fueran homogéneas. Este es uno de los problemas clave que aborda la agricultura de precisión: la variabilidad del suelo dentro de la finca.
- **Mediante soluciones de agricultura de precisión** como el análisis de datos de suelo, incluso los pequeños agricultores pueden realizar muestreos sistemáticos o en cuadrícula obteniendo fácilmente puntos de muestreo precisos. Las cuadrículas se pueden superponer según la información obtenida del sitio.
- **El análisis de suelo** (Figura 3), es una herramienta fundamental que permite a los agricultores comprender y optimizar la salud y productividad de sus tierras. A medida que las exigencias agrícolas crecen debido a la población mundial en aumento y la necesidad de prácticas sostenibles, el análisis de suelos se convierte en un componente esencial de la agricultura moderna. Este artículo explora la importancia del análisis de suelos y cómo puede impactar de manera positiva en la vida de los agricultores.

Comprender la Composición del Suelo. El suelo no es simplemente un medio para cultivar; es un ecosistema complejo compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. Un análisis de suelos proporciona información detallada sobre su composición química y física. Esto incluye datos sobre:

- **Nutrientes Esenciales:** Niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes necesarios para el crecimiento óptimo de las plantas.
- **pH del Suelo:** Acidez o alcalinidad del suelo, lo que afecta la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- **Textura del Suelo:** Proporciones de arena, limo y arcilla que afectan la retención de agua y la capacidad de aireación.



Figura 3. Análisis de suelo.

METODOLOGÍA

Conociendo esta información, los agricultores pueden seleccionar cultivos apropiados y aplicar tratamientos específicos que optimicen la salud del suelo en función de:

Mejora de la Fertilidad del Suelo

Los resultados del análisis permiten a los agricultores tomar decisiones informadas sobre la aplicación de fertilizantes y enmiendas. Al conocer exactamente qué nutrientes están presentes y cuáles son deficientes, se puede evitar la sobre-aplicación de fertilizantes, que no solo es costosa, sino que también puede causar problemas ambientales, como la contaminación del agua. Además, el uso de enmiendas orgánicas, como el compost, puede ser planificado de acuerdo con las necesidades específicas del suelo, mejorando su estructura y microbiología de forma sostenible.

Optimización del Manejo del Agua

El análisis de suelos también ayuda a entender la capacidad de retención de humedad, lo cual es crucial para el manejo eficiente del agua. Conocer la textura y la estructura del suelo permite a los agricultores implementar sistemas de riego adecuados y ajustar la frecuencia y cantidad de riego según las necesidades del cultivo y las condiciones climáticas. Esto no solo mejora la salud de las plantas, sino que también conserva recursos hídricos esenciales.

Prevención de Problemas Agrícolas

La detección temprana de problemas potenciales es otra ventaja significativa del análisis de suelos. Al identificar desequilibrios en nutrientes, presencia de contaminantes o problemas de compactación, los agricultores pueden actuar antes de que se conviertan en problemas mayores. Por ejemplo, un pH inadecuado puede indicar la necesidad de enmiendas correctivas antes de plantar, lo que salva una cosecha costosa.

Incremento de la Productividad y Rentabilidad

Al aplicar enfoques basados en los resultados de un análisis de suelos, los agricultores pueden aumentar considerablemente la productividad de sus cultivos. Cultivos más saludables y mejores rendimientos no solo mejoran la rentabilidad del agricultor, sino que también contribuyen a una mayor seguridad alimentaria. De esta manera, el análisis de suelos se traduce en beneficios económicos tangibles para quienes los realizan.

Sostenibilidad Ambiental

Finalmente, el análisis de suelos promueve prácticas agrícolas sostenibles. Al permitir a los agricultores gestionar sus tierras de manera informada, se reducen los riesgos de degradación del suelo y contaminación ambiental. La agricultura sostenible no solo beneficia al agricultor, sino que también protege los recursos naturales y mejora la salud del ecosistema.

De igual importancia, la adopción de técnicas de agricultura de precisión busca resolver todos estos problemas para los pequeños agricultores. Las tecnologías comunes que utilizan estos pequeños agricultores son:

Teléfonos inteligentes

No se puede enfatizar lo suficiente, la importancia que tienen los teléfonos inteligentes para hacer que la agricultura de precisión sea accesible para los pequeños agricultores. Los teléfonos inteligentes se han convertido en una de las piezas de tecnología más omnipresentes en la actualidad y este hecho se ha utilizado para penetrar los fundamentos de la agricultura de precisión en los pequeños agricultores al permitirles acceder a datos y expertos.

Asimismo, las herramientas de análisis de datos basadas en la nube, como GeoPard, permiten a los agricultores tener acceso a decisiones agronómicas precisas con solo pulsar un botón. Los pequeños agricultores pueden beneficiarse en gran medida de soluciones agrícolas accesibles y confiables

como VRA Mapping, análisis topográfico y monitoreo de cultivos para comprender mejor sus granjas y tomar mejores decisiones respaldadas por datos precisos.

CONCLUSIONES

En un mundo donde la demanda de alimentos sigue en aumento y los recursos son limitados, la agricultura de precisión se presenta como una solución efectiva para enfrentar estos desafíos. Su capacidad de optimizar recursos, aumentar el rendimiento de los cultivos, reducir el impacto ambiental y mejorar la rentabilidad hace de esta práctica una herramienta esencial para el futuro de la agricultura sostenible. A medida que la tecnología continúa avanzando, la adopción de la agricultura de precisión promete un sector agrícola más resiliente, eficiente y respetuoso con el medio ambiente.

Aunque la agricultura de precisión promete mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en la producción agrícola, presenta múltiples desventajas y desafíos que necesitan atención. Desde altos costos iniciales hasta preocupaciones sobre la privacidad de datos, así como el potencial impacto negativo en la biodiversidad, estas limitaciones deben ser cuidadosamente consideradas.

Para maximizar los beneficios de la agricultura de precisión, será fundamental desarrollar estrategias que aborden estos desafíos y permitan una adopción más equitativa y consciente de la tecnología en el sector agrícola. Solo así se podrá garantizar un futuro viable y sostenible para la agricultura en todo el mundo.

El análisis de suelos es un recurso invaluable para los agricultores que buscan maximizar la calidad y cantidad de sus cosechas mientras cuidan el bienestar del medio ambiente. En un mundo donde la demanda de alimentos sigue aumentando y los desafíos climáticos persisten, el análisis de suelos proporciona la base científica necesaria para la toma de decisiones agrícolas informadas. Adoptar esta práctica no solo es beneficioso para el agricultor, sino también para

el futuro de la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria global.

La agricultura de precisión tiene el potencial de mejorar significativamente la situación de los productores de bajos recursos, al permitirles operar de manera más eficiente y sostenible. Al maximizar el rendimiento y minimizar los costos, estos agricultores pueden mejorar su estabilidad económica y contribuir a la seguridad alimentaria en sus comunidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroingenia Canarias. (septiembre 8, 2020). **Rompe con los mitos de la agricultura de precisión**. <https://agroingeniacanarias.com/mitos-de-la-agricultura-de-precision/>
- AgroTech. (marzo, 2025). **Agricultura de Precisión en 3 pasos**. <https://agrotechcampus.com/blog/agricultura-de-precision-en-3-pasos/>
- Agrotendencia. **Agricultura de precisión: qué es, ventajas y desventajas**. <https://agrotendencia.tv/tendencias/agricultura-de-precision/>
- Chacón, E. Cardillo, J. Mora, L. Hernández, M. (diciembre 2022). **4AGRO 4.0: ¿Una Posibilidad de Mejora en el Campo Venezolano o una Solución para la Agricultura En Venezuela?** Agroalimentaria. Vol. 28, Nº 55. https://www.researchgate.net/publication/375497958_Agro_40_Una_posibilidad_de_mejora_en_el_campo_venezolano_o_una_solucion_para_la_agricultura_en_Venezuela.
- García E. Flego F. (2022). **Agricultura de Precisión**. Universidad de Palermo, pag. 109-116. <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>.
- Hernández R. (enero 10, 2021). **La Agricultura de Precisión. Una necesidad actual**. Revista Ingeniería Agrícola, pag 1-9. <https://www.redalyc.org/journal/5862/586269368010/586269368010.pdf>.
- Información de mercado. (agosto 23, 2023). **La evolución de la agricultura de precisión y sus implicaciones políticas**. <https://www.fb.org/market-intel/the-evolution-of-precision-agriculture-and-policy-implications>
- Luis Mulet Molina. (agosto 12, 2025). **La Agricultura de Precisión, Agricultura Inteligente, Agricultura 4.0, Agrotecnología**. <https://www.avat.org.ve/blog/noticias-2/la-agricultura-de-precision-agricultura-inteligente-agricultura-4-0-agrotecnologia-13>.
- REPSOL. (2025). **Tecnología al servicio del campo**. <https://www.repsol.com/es/energia-avanzar/energia/agricultura-de-precision/index.cshmtl>.