

Propuesta de acciones para implementar la agricultura de precisión e inteligencia artificial en el manejo sostenible del suelo



<https://cu-id.com/2377/v31n4e08>

Proposed actions to implement precision agriculture and artificial intelligence in sustainable soil management

✉ Yindra Zulema Salmon Cuspinera^{1*}, ✉ Alexis Pérez Figueredo², ✉ Reynaldo Rodríguez Gross³

¹Centro Meteorológico Provincial Santiago de Cuba (CMP), Cuba

²Centro de Estudios Multidisciplinario de Zonas Costeras (CEMZOC), Universidad de Oriente, Cuba

³Estación Territorial de Investigación de la Caña de Azúcar (ETICA), Cuba

RESUMEN: La implementación de tecnologías avanzadas para un manejo sostenible del suelo es crucial para enfrentar los desafíos de seguridad alimentaria y cambio climático en la agricultura. Este trabajo tuvo como objetivo proponer un sistema de acciones para implementar la agricultura de precisión (AP) y la inteligencia artificial (IA) en el manejo sostenible del suelo agrícola cubano, con el fin de optimizar recursos y aumentar la productividad. La agricultura de precisión y la inteligencia artificial optimizan decisiones agrícolas y uso de recursos, promoviendo suelos sostenibles. Se elaboró un plan detallado con 10 objetivos, 12 metas y 32 acciones. Se concluyó que, aunque estas tecnologías ofrecen beneficios significativos para la sostenibilidad y la eficiencia, su implementación efectiva en Cuba requiere superar barreras de infraestructura y capacitación mediante un plan estructurado y alineado con las políticas nacionales de desarrollo sostenible.

Palabras clave: Agricultura de precisión, capacitación, inteligencia artificial, manejo sostenible de suelo, sinergia.

ABSTRACT: The implementation of advanced technologies for sustainable soil management is crucial to addressing the challenges of food security and climate change in agriculture. This study aimed to propose a system of actions to implement precision agriculture (PA) and artificial intelligence (AI) in the sustainable management of Cuban agricultural soils, with the goal of optimizing resources and increasing productivity. Precision agriculture and artificial intelligence enhance agricultural decision-making and resource use, promoting sustainable soils. A detailed plan was developed, consisting of 10 objectives, 12 targets, and 32 actions. It was concluded that, although these technologies offer significant benefits for sustainability and efficiency, their effective implementation in Cuba requires overcoming infrastructure and training barriers through a structured plan aligned with national sustainable development policies.

Keywords: Precision agriculture, training, artificial intelligence, sustainable soil management, synergy.

INTRODUCCIÓN

La agricultura constituye una actividad esencial para la humanidad, ya que provee alimentos, fibras y servicios ecosistémicos (Sarandón, 2020). Su desarrollo depende en gran medida de las técnicas empleadas para mantener la tierra fértil (Cherlinka, 2025) y de las condiciones climáticas (López & Hernández, 2016), factores claves en la gestión de los procesos productivos.

Sin embargo, enfrenta múltiples desafíos globales que limitan su sostenibilidad, tales como la degradación de los suelos, el cambio climático, políticas y regulaciones inadecuadas, escases de mano de obra y mano de obra calificada, reducción de los insumos la pérdida de biodiversidad y la escasez de agua. A estos obstáculos se suma el crecimiento poblacional, que incrementa la demanda de alimentos seguros y nutritivos (FAO, 2009, 2017, 2018).

*Autor para la correspondencia: Yindra Zulema Salmon Cuspinera. E-mail: yindra.salmon@scu.insmet.cu

Recibido: 07/07/2025

Aceptado: 11/11/2025

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución del autor: Conceptualización, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición,

Metodología: Yindra Salmon Cuspinera, Alexis Pérez Figueredo, Reynaldo Rodríguez Gross. **Curación de datos, Análisis formal, Redacción - primera redacción:** Yindra Salmon Cuspinera. **Investigación, Supervisión:** Yindra Salmon Cuspinera, Alexis Pérez Figueredo. **Validación:** Yindra Salmon Cuspinera, Reynaldo Rodríguez Gross. **Visualización:** Yindra Salmon Cuspinera.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta demanda genera una mayor presión sobre los sistemas agrícolas y aumenta la vulnerabilidad de las poblaciones más pobres (CEPLAN, 2023; UNDRR, 2024).

En este escenario, la transformación digital y las agrotecnologías emergen como herramientas estratégicas para el desarrollo agrícola. Estas tecnologías facilitan la gestión eficiente de los recursos, optimizan la productividad y fortalecen la resiliencia frente a eventos extremos. Innovaciones como la Inteligencia Artificial (IA) y la Agricultura de Precisión (AP) permiten el monitoreo en tiempo real de los cultivos y la automatización de procesos (Farmonaut, 2025). Además, habilitan una toma de decisiones informada (Kubiliute, 2023), lo cual contribuye a la generación de un modelo agrícola más sostenible y adaptado a las exigencias del cambio global (Ayari, 2024).

En el caso de Cuba, la agricultura desempeña un papel central en la economía y la seguridad alimentaria. Esta actividad también genera empleo y divisas, y respalda otras actividades económicas (García, 2020). No obstante, el sector enfrenta problemas estructurales y ambientales que comprometen su sostenibilidad, entre ellos la degradación y la erosión de los suelos (López, 2002; Cotler et al., 2007; Ibáñez, 2021), así como la contaminación. A estos problemas se suma el cambio de uso de suelos agrícolas de buena calidad hacia fines urbanos, lo cual reduce aún más la disponibilidad de suelos aptos para la producción (Díaz, 2009; Gallardo et al., 2024).

Por otro lado, los riesgos hidrometeorológicos como las sequías, lluvias intensas, inundaciones y huracanes, intensificados por el cambio climático, agravan la vulnerabilidad del sector agrícola (Nova, 2018). Esta problemática, unida a limitaciones de recursos agrícolas, infraestructura y acceso a tecnologías (Soler, 2022), plantean retos adicionales para alcanzar el desarrollo agrícola sostenible (Hernández, 2024). Ante este panorama, resulta imprescindible avanzar hacia un modelo agrícola basado en la conservación, restauración y manejo sostenible de los recursos naturales, con especial atención a los suelos como base de la productividad. La implementación de tecnologías avanzadas como la agricultura de precisión y la inteligencia artificial, para un manejo sostenible del suelo, representa una vía para enfrentar los desafíos de seguridad alimentaria y cambio climático en la agricultura.

Sin embargo, su adopción efectiva enfrenta brechas significativas: falta de infraestructura tecnológica, escasa capacitación técnica, limitada conectividad digital y ausencia de políticas integradoras que articulen ciencia, tecnología y producción local. Superar estas barreras requiere un enfoque estructurado, multisectorial y adaptado al contexto cubano, que garantice la sostenibilidad operativa y el impacto real de estas innovaciones en el manejo del suelo agrícola.

En este marco, la investigación aborda temas sencillos, novedosos y a la vez complejos relacionados con la modernización y eficiencia de nuestra agricultura. A partir de los resultados del proyecto “Fortalecimiento del Sistema de Alerta Temprana Agrometeorológico creando capacidades tecnológicas y cognitivas”, se propone un sistema de acciones para implementar la agricultura de precisión (AP) y la inteligencia artificial (IA) en el manejo sostenible del suelo agrícola cubano, lo que posibilitará la toma de decisiones informadas, optimizar del uso de los recursos y promover la sostenibilidad ambiental.

DESARROLLO

En comparación con los métodos agrícolas anteriores, la tecnología agrícola de la denominada agricultura digital o agricultura 5.0 (EOSDA, 2025) se refiere a la incorporación de tecnologías avanzadas -como sensores, sistemas de información geográfica, inteligencia artificial y análisis de grandes volúmenes de datos- en la gestión agrícola, esta nueva etapa se caracteriza por su eficiencia en la recopilación, precisión y procesamiento rápido de datos climáticos, de suelos y cultivos, lo que permite transformar la información en herramientas prácticas para los agricultores. Dichas tecnologías mejoran la toma de decisiones y optimizan múltiples factores controlables tales como la elección de tipos de cultivos y una rotación adecuada para maximizar los resultados. También permiten el uso preciso de agua en el riego, junto con la aplicación de nutrientes y productos fitosanitarios en la cantidad y el momento ideales. Finalmente, facilitan la selección de técnicas de labranza según el tipo de suelo específico.

La agricultura de precisión constituye una herramienta estratégica para el manejo sostenible del suelo. Su implementación permite transformar datos en decisiones inteligentes, optimizar recursos y fortalecer la resiliencia agroecológica frente a los desafíos actuales. Aunque su adopción requiere inversión tecnológica y capacitación, representa una vía prometedora para garantizar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental en el futuro.

Agricultura de precisión. Conceptos y definición

Los conceptos de agricultura de precisión, digital e inteligente se definen así:

- Se refieren a procesos que aplican las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en actividades agrícolas. Su propósito es mejorar la productividad de los cultivos. Un objetivo adicional es disminuir el impacto medioambiental (Fresneda et al., 2024).
- Consisten en la adquisición y el funcionamiento con precisión de información casi en tiempo real para la agricultura, para lo cual se emplean las últimas técnicas informáticas.

Aunque puede haber otros usos, el objetivo principal y final de la agricultura de precisión es elaborar las soluciones más eficientes (Kogut, 2024).

- Implican la incorporación de tecnologías digitales en los procesos y etapas de la actividad agrícola o agropecuaria. Su meta fundamental es mejorar la eficiencia de la producción (CEPAL et al., 2021).
- Constituyen una estrategia que emplea tecnologías avanzadas para monitorear y gestionar la variabilidad de los cultivos dentro de un campo (Ríos, 2021). Su principal objetivo es optimizar los recursos y aumentar la eficiencia. Asimismo, buscan maximizar el rendimiento de forma sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Entre las herramientas clave de esta agricultura se encuentran los sensores de suelo, sistema de posicionamiento, satélites, imágenes remotas, sistemas de información geográfica. Otras herramientas esenciales son el software especializado en gestión agrícola, las máquinas y equipos automatizados. Finalmente, se incluyen las técnicas informáticas mediante modelos predictivos e inteligencia artificial que se aplican de forma específica a la agricultura de precisión.

Inteligencia artificial. Conceptos y definiciones

La inteligencia artificial (IA) constituye una rama de la informática y la ingeniería que se dedica al desarrollo de máquinas capaces de realizar tareas que generalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la resolución de problemas (María, 2024), constituye un conjunto de algoritmos y modelos de aprendizaje automático que procesan grandes volúmenes de datos agrícolas para generar predicciones, recomendaciones y automatizar procesos. La AAAI (Asociación para el Avance de la Inteligencia Artificial) la define como el estudio y diseño de agentes inteligentes, los cuales interactúan con su entorno para maximizar su éxito. Desde una perspectiva filosófica, la IA también plantea reflexiones fundamentales sobre la conciencia, la mente y la simulación de la inteligencia humana. Sus componentes principales incluyen el aprendizaje automático, el procesamiento del lenguaje natural, la visión por computadora, la robótica y los sistemas de razonamiento.

En el ámbito agrícola, la IA se aplica específicamente en la agricultura de precisión. Esta aplicación permite monitorear la salud de los cultivos, predicción de los rendimientos, análisis de textos y traducción automática, sistema de expertos, planificación agrícola, optimizar los sistemas de riego al facilitar el monitoreo de humedad y nutrientes del suelo y/o fertilización de sitio específicos, detección temprana de plagas y enfermedades,

optimización de los calendarios de siembra y cosecha e incluso predecir condiciones climáticas, interacciones con drones y otros equipos, lo que permite aumentar el rendimiento de las producciones. Por lo tanto, se convierte en una herramienta clave para la modernización del sector.

La inteligencia artificial desempeña un papel crucial en la toma de decisiones informadas para el uso del suelo, especialmente en el contexto de la agricultura de precisión (IA, 2025). Sus aplicaciones más relevantes incluyen:

1. Análisis de datos del suelo para evaluar su calidad y características específicas.
2. Monitorización continua de cultivos mediante sensores y datos en tiempo real.
3. Desarrollo de modelos y análisis predictivos que anticipan problemas y optimizan estrategias.
4. Optimización del uso de recursos críticos, como el agua y los nutrientes, para maximizar la eficiencia.
5. Planificación y rotación de cultivos, lo que garantiza una mayor sostenibilidad y mejores resultados.
6. Asesoramiento técnico basado en datos para decisiones agrícolas más precisas.

La integración de la agricultura de precisión (AP) y la inteligencia artificial (IA) constituye una innovación transformadora. Esta sinergia mejora la precisión, la eficiencia y la sostenibilidad en el ámbito agrícola (María, 2024). La integración permite la recolección y el análisis avanzado de datos, junto con la automatización de procesos (Larrazabal, 2025). Además, facilita el monitoreo inteligente de cultivos, la gestión optimizada de cosechas y la detección temprana de problemas. En consecuencia, se habilitan decisiones informadas que tienen como objetivo maximizar el rendimiento productivo.

En este contexto, el estudio del uso del suelo adquiere un papel estratégico. Su propósito es evaluar la calidad del terreno, su aptitud para distintos cultivos y las prácticas de manejo más adecuadas. Esta herramienta permite a los agricultores comprender mejor las características de sus parcelas y adoptar decisiones técnicas más acertadas (EGC, 2024). En Cuba, su aplicación resulta esencial para promover una agricultura más productiva, resiliente y respetuosa con el medio ambiente. De esta manera, se favorece el uso racional de los recursos naturales disponibles.

Técnicas empleadas:

1. Análisis de Suelos: Esta técnica utiliza sensores para mapear la variabilidad del terreno. El mapeo permite adaptar las prácticas agrícolas a las condiciones específicas de cada zona. De esta forma, se logra una intervención más eficiente y dirigida.

2. Gestión del Agua: El sistema se basa en el monitoreo constante de la humedad del suelo. Esta información facilita la implementación de un riego de precisión. El objetivo final es optimizar el uso del recurso hídrico y evitar su desperdicio.
3. Gestión de Nutrientes: Consiste en la aplicación variable de fertilizantes en el campo. Esta aplicación se diseña a partir de análisis predictivos del suelo y las necesidades del cultivo. La técnica busca maximizar la eficiencia de la fertilización y minimizar los excedentes.
4. Monitoreo de Cultivos: Emplea tecnologías como la teledetección y drones para la vigilancia. Estas herramientas permiten evaluar el estado fitosanitario y de desarrollo de los cultivos. Con los datos obtenidos, es posible anticipar problemas y actuar de manera preventiva.
5. Planificación y Rotación de Cultivos: Esta práctica se enfoca en la optimización de la siembra a lo largo del tiempo. Utiliza datos históricos y en tiempo real para determinar las secuencias de cultivo más adecuadas. La rotación planificada mejora la salud del suelo y el rendimiento agrícola.
6. Toma de Decisiones en Tiempo Real: Se ejecuta mediante plataformas especializadas en la gestión y el análisis de Big Data. Estas plataformas integran información de múltiples fuentes para ofrecer una visión integral. Su propósito es fundamentar decisiones ágiles y estratégicas para la operación agrícola.
7. Impacto Medioambiental: Promueve la adopción de prácticas agrícolas sostenibles. Dichas prácticas tienen como meta la conservación del suelo y la reducción de la huella ecológica de la actividad. Esta perspectiva busca equilibrar la productividad con la responsabilidad ambiental (Núñez et al., 2024).

Manejo sostenible de suelos

Es el conjunto de prácticas (conservación de la fertilidad, estructura y biodiversidad, prevención de la erosión y la salinización, uso racional de insumos, manejo del agua, diversificación productiva, monitoreo y diagnóstico del suelo, leyes y regulaciones y la integración de tecnología digitales para monitoreo continuo) que buscan mantener la productividad del suelo a largo plazo, evitando su degradación y asegurando la provisión de servicios científicos ecosistémicos. Incluye técnicas agrícolas, ecológicas, sociales y tecnológicas adaptadas al contexto local.

Propuesta de acciones para implementar la agricultura de precisión e inteligencia artificial en el manejo sostenible del suelo

En Cuba, la integración de la agricultura de precisión y la inteligencia artificial en la gestión de tierras agrícolas permitirá mejorar

la eficiencia en el uso de los recursos. Este enfoque también incrementará la productividad y fomentará la sostenibilidad ambiental. Además, estas innovaciones fortalecerán la seguridad alimentaria y el desarrollo económico nacional (Salmon, 2025). Las tecnologías involucradas incluirán plataformas informáticas especializadas, índices de vegetación obtenidos por satélite y sistemas de monitoreo agroclimático remoto. Su implementación dependerá de la integración efectiva de conocimientos provenientes de la meteorología, la agronomía y las ciencias informáticas.

Estas iniciativas mantienen una clara alineación con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 (ONU, 2015). Entre los ODS más relevantes se encuentran el 1 (Fin de la Pobreza), el 2 (Hambre Cero), el 3 (Salud y Bienestar), el 12 (Producción y consumo responsables), el 13 (Acción por el Clima), el 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres) y el 17 (Alianzas para lograr los objetivos). Paralelamente, el proyecto se articula con políticas nacionales estratégicas. Estas políticas incluyen la Tarea Vida, la Ley No. 148/2022 de Soberanía Alimentaria y Nutricional (ANPP, 2022a) y el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030 (PNDES) del Ministerio de Economía y Planificación (MEP, 2022). También se vincula con la Ley No. 150/2022 del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (ANPP, 2022b).

El objetivo principal consiste en diseñar un sistema de acciones adaptado al sector agrícola cubano. Este sistema permitirá la toma de decisiones informadas y mejorará la salud del suelo. Asimismo, optimizará el uso de recursos y aumentará la productividad general. El enfoque del sistema será nacional y se centrará en incrementar el contenido de materia orgánica del suelo y mejorar su estructura física. Otras metas específicas son la disminución de la erosión y la aplicación de prácticas de agricultura de precisión. Estas prácticas reducirán el uso de insumos críticos como agua, fertilizantes y pesticidas.

Para organizar de manera clara y sistemática las acciones propuestas, se diseñó un esquema metodológico específico. Este esquema articula objetivos, metas y tareas concretas vinculadas a la implementación de la agricultura de precisión y la inteligencia artificial. Su finalidad es la gestión sostenible del suelo. Este plan de acción constituye la base operativa para orientar la toma de decisiones. De esta forma, garantiza la eficiencia en el uso de los recursos naturales disponibles.

En la [tabla 1](#) se presenta el esquema detallado del plan de acción. Allí se especifican los componentes esenciales para la ejecución de las tareas y los resultados esperados de cada una. Este instrumento permite visualizar de forma estructurada la relación entre los objetivos estratégicos y las acciones concretas. En consecuencia, facilita la aplicación práctica de todo el sistema en el contexto agrícola cubano.

Tabla 1. Esquema del Plan de acción para la ejecución de las tareas con vista a la implementación de la AP e IA para la toma de decisiones informadas en el uso del suelo.

No	Objetivos	Metas	Acciones	Indicadores verificables	Cronograma	Resp.	Ejecutan	Cump
1	Evaluación y preparación inicial	Diagnóstico del estado del suelo y necesidades técnicas	Físico Químico Biológico Identificar las necesidades específicas de los agricultores en términos capacitación y soporte técnico Evaluación de infraestructura agrícola y capacidad tecnológica Adquisición de sensores, drones, sistemas de riego de precisión, software de análisis de datos y otros equipos necesarios. Monitoreo de las condiciones climáticas locales, que incluye la temperatura, la humedad y las precipitaciones Talleres y seminarios Áreas demostrativas	Informes técnicos sobre Textura del suelo, retención de humedad, infiltración, porosidad Informes técnicos sobre pH suelo, MO, niveles de nutrientes, salinidad, conductividad eléctrica Informes técnicos sobre microorganismos Informe Informe Inventario de equipamiento a adquirir. Planificación de inversiones Creación Base Datos climática	Anticipatorio 2 meses 1-5 meses 1-5 m 1-5 meses 1-5 meses	Esp Esp Investigador Investigador Investigador Investigador	Agricultura ETICA Esp- Inv Esp- Inv Esp- Inv Esp- Inv	Parcial
2	Capacitación y formación del personal	Programas formativos y áreas demostrativas	Sensibilización y difusión Fomentar la innovación y la investigación continua para desarrollar nuevas soluciones y mejorar las existentes en la agricultura de precisión.	Desarrollar programas de capacitación sobre el uso de tecnologías de agricultura de precisión y herramientas de inteligencia artificial. Registro de asistencia. Plegables Talleres, círculos de interés. Emisiones radios y TV, redes sociales Al menos 1 publicación Al menos 1 tesis	2-6 meses	Técnico agricultor Esp. académico Investigador	Esp-inv Especialista Agricultores	Parcial
3	Diagnóstico de problemas en tiempo real	Uso de tecnología y herramientas a emplear	Instalación de Sensores de Suelo Uso de Teledetección, Estaciones meteorológicas locales y drones Mapeo de la variabilidad de los cultivos	Captura de datos Mapeo de campos que muestran variaciones en la calidad del suelo y el rendimiento de los cultivos Informe de variabilidad (aplicar insumos (agua, fertilizantes, pesticidas) de manera variable)	3-36 meses	Equipo técnico	Especialista en teledetección	Parcial
4	Análisis y Modelado de Datos	Procesamiento y predicción	Uso de Plataformas de gestión y Análisis: Utilizar plataformas de análisis de datos basadas en IA. Farmonaut, Copernicus, EOS Data Analytics.... Aplicación de Modelos Predictivos de Inteligencia artificial y modelos predictivos Integrar Big Data de datos históricos v actuales	Informes de tendencia Recomendaciones agronómicas	4-12 meses 24-30 meses Según cultivo	Investigadores de IA y AP	Especialistas	Parcial

No	Objetivos	Metas	Acciones	Indicadores verificables	Cronograma	Resp.	Ejecutan	Cump
5	Implementación Y toma de decisiones	Decisiones informadas. Aplicación de prácticas basadas en datos.	Sistemas de riego inteligentes Fertilización de tasa variable Utilizar IA para identificar áreas en riesgo Tratamientos específicos para el control de plagas y enfermedades Modificar las prácticas de cultivo Proporcionar datos en tiempo real Seguimiento preciso de la maquinaria agrícola y ayudan a crear mapas detallados del campo	Mapas de rendimiento Reducción de insumos Mejora en productividad	5-10 meses	Dirección del proyecto	Técnicos agrícolas	Parcial
6	Monitoreo	Evaluación continua del Suelo	Aumento de la productividad Eficiencia en el uso del recurso Sostenibilidad	Informes periódicos Comparación de los rendimientos	6-12 meses	Comité de monitoreo	Técnicos y agricultores	Parcial
7	Evaluación	Análisis de resultados	Evaluar la efectividad de las decisiones y prácticas implementadas Comparación con indicadores previos	Mayor área en rotación de cultivos - aumentar las áreas con cobertura vegetal - menor área en preparación con empleo de maquinaria - mayor empleo de abonos verdes - ahorro de agua, fertilizantes - Mejorar manejo integrado de plagas y enfermedades - - aumento del grado de MO del suelo	10 - 14 meses	Investigador principal	Comité evaluador	Parcial
8	Retroalimentación	Mejora continua	Recoger opiniones de los agricultores y técnicos para mejorar las estrategias y planificar futuras acciones. Elaborar informes de resultados Ajustes de estrategias	Encuestas, Lecciones aprendidas y ajustes de estrategias	12-15 meses	Coordinador de evaluación	Agricultores y técnicos	Parcial
9	Actualización continua	Adaptación tecnológica	Revisión periódica de datos Capacitación continua	Nuevas capacitaciones Actualización de software	Permanente	Dirección técnica	Especialista de innovación	Parcial
10	Sostenimiento y visualización	Financiamiento Extensión	Buscar financiamiento y apoyo gubernamental para asegurar la sostenibilidad del proyecto. Una vez que las estrategias hayan demostrado ser efectivas, planificar la expansión a otras áreas y cultivos	Proyectos replicables Apoyo institucional	12-18 meses	Coordinador principal	Instituciones y gobierno	Parcial

CONCLUSIONES

La agricultura de precisión convierte datos en información práctica para optimizar decisiones agrícolas, actúa directamente sobre el uso eficiente de recursos y prácticas de manejo del suelo.

La inteligencia artificial potencia la capacidad de análisis, predicción y automatización, asegurando que las decisiones sean más sostenibles y adaptadas a cada contexto.

La implementación exitosa requiere un sistema estructurado con diagnóstico técnico, capacitación, adquisición de equipos y monitoreo constante, acompañado de un plan de acción con objetivos, metas e indicadores verificables.

En Cuba, la integración de estas tecnologías se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las políticas nacionales, buscando fortalecer la seguridad alimentaria, mejorar la salud del suelo y fomentar el desarrollo económico. Se propone un conjunto de medidas (10 objetivos, 12 metas y 32 acciones) para impulsar la adopción de la agricultura de precisión y la inteligencia artificial en la gestión sostenible de los suelos agrícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayari, R. (2024). *Inteligencia artificial para el análisis predictivo*. Innovación empresarial. <https://rosaayari.com/inteligencia-artificial-para-el-analisis-predictivo/>
- CEPAL, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), & Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2021). *Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022. Digitalización en la agricultura potenciando y acelerando la transformación digital en el período de pospandemia*. <https://repositorio.iica.int/items/6aebba13-6799-4879-874f-b0c1c171b47c>
- CEPLAN. (2023). *Estudio prospectivo sobre el estrés hídrico y la inseguridad alimentaria en el Perú* (Primera). Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. <https://www.gob.pe/institucion/ceplan/informes-publicaciones/4909702-estudio-prospectivo-sobre-el-estres-hidrico-y-la-inseguridad-alimentaria-en-el-peru>
- Cherlinka, V. (2025). *Fertilidad del suelo: Cómo medirla y mejorarla*. EOS Data Analytics (EOSDA). <https://eos.com/es/blog/fertilidad-del-suelo/>
- Cotler, H., Sotelo, E., Domínguez, J., Zorrilla, M., Cortina, S., & Quiñones, L. (2007). La conservación de suelos: Un asunto de interés público. Instituto Nacional de Ecología. *Gaceta Ecológica*, 83, 5-71. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2875596.pdf>
- Díaz, J. (2009). Los Retos Ambientales en la Producción Agrícola Cubana. *Revista ECOVIDA*, 1(2). <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/25>
- EGC. (2024). *Análisis de suelos agrícolas: Clave para la producción sostenible*. Estudios Geotécnicos para Carreteras. <https://egcconsulting.net/analisis-de-suelos-agricolas-clave-para-la-produccion-sostenible/>
- EOSDA. (2025). *Tecnología Agrícola: Evolución, Retos Y Su Impacto*. EOS Data Analytics. <https://eos.com/es/blog/tecnologias-en-la-agricultura/>
- FAO. (2009). *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Cómo alimentar al mundo en 2050?* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf
- FAO. (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2018). *La contaminación de los suelos está contaminando nuestro futuro. 6 razones por la cual deberíamos preocuparnos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/newsroom/story/Polluting-our-soils-is-polluting-our-future/es>
- Farmonaut. (2025). *Prospectiva Agrícola 2025: Cómo la IA y la Tecnología Avanzada Transformarán el Futuro de la Agricultura*. <https://farmonaut.com/blogs/prospectiva-agricola-2025-como-la-ia-y-la-tecnologia-avanzada-transformaran-el-futuro-de-la-agricultura/>
- Fresneda, C., Martínez, A., Laffita, A., & Zamora, O. (2024). Métodos y conocimientos de Agricultura de Precisión como estrategia administrativa Agropecuaria. *Revista Ingeniería Agrícola*, 14(3), 1-11.
- Gallardo, J. F., Etchevers, J. D., & Cruz, C. O. (2024). La degradación del suelo y el futuro de la humanidad. *Revista MIX-TEC*, 4(6), 28-39. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Gallardo-Lancho/publication/377555601_LA_DEGRADACION_DEL_SUELO_Y_EL_FUTURO_DE_LA_HUMANIDAD_SOIL_DEGRADATION_AND_THE_FUTURE_OF_HUMANITY/links/65abfbbcbf5b00662e2fde62/LA-DEGRADACION-DEL-SUELO-Y-EL-FUTURO-DE-LA-HUMANIDAD-SOIL_DEGRADATION-AND-THE-FUTURE-OF-HUMANITY.pdf
- García, A. (2020). El sector agropecuario y el desarrollo económico: El caso cubano. *Economía y Desarrollo*, 164(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0252-85842020000200005&script=sci_art-text

- Hernández, H. (2024). *Agricultura en Cuba: Un análisis crítico y perspectivas futuras*. <https://tocorocubano.com/agricultura-en-cuba-un-analisis-critico-y-perspectivas-futuras/>
- IA. (2025). *Inteligencia Artificial en Agricultura de Precisión: Guía Completa 2024, Beneficios, Aplicaciones y Futuro*. Inteligencia Artificial. <https://inteligenciaartificial.io/inteligencia-artificial-en-agricultura-de-precision/>
- Ibáñez, J. J. (2021). *La Degradación de los Suelos en Cuba*. <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2012/03/26/141581>
- Kogut, P. (2024). *Agricultura de precisión: De los libros a la realidad*. EOS Data Analytics. <https://eos.com/es/blog/agricultura-de-precision/>
- Kubiliute, G. (2023). *La Inteligencia Artificial, poderosa herramienta para abordar los desafíos a los que se enfrenta la agricultura: Cosecha autónoma, hacia un futuro sostenible*. AINIA. <https://www.ainia.com/ainia-news/inteligencia-artificial-herramienta-desafios-agricultura/>
- Larrazabal, M. (2025). *El impacto de la Inteligencia Artificial en la agricultura: Potencial y oportunidades (I)*. [https://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/600324-El-impacto-de-la-Inteligencia-Artificial-en-la-agricultura-Potencial-y-oportunidades-\(I\).html](https://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/600324-El-impacto-de-la-Inteligencia-Artificial-en-la-agricultura-Potencial-y-oportunidades-(I).html)
- Ley No. 148/2022: Ley de soberanía alimentaria y seguridad alimentaria y nutricional, Asamblea Nacional del Poder Popular (2022). <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/gaceta-oficial-no-76-ordinaria-de-27-de-diciembre-de-2022>
- Ley No. 150/2022: Ley del sistema de los recursos naturales y el medio ambiente, Asamblea Nacional del Poder Popular (2022). <https://www.parlamentocubano.gob.cu/ley-del-sistema-de-los-recursos-naturales-y-el-medio-ambiente>
- López, A., & Hernández, D. (2016). Cambio climático y agricultura: Una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico*, 83(332). <https://doi.org/10.20430/ete.v83i332.231>
- López, R. (2002). *Degradación del suelo: Causas, procesos, evaluación e investigación*. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial, Universidad de Los Andes. <http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libroselectronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto.pdf>
- María, F. (2024). *El uso de la inteligencia artificial en la agricultura de precisión*. <https://okdiario.com/ciencia/uso-inteligencia-artificial-agricultura-precision-12699148>
- MEP. (2022). *Folletos sobre Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) hasta 2030 (Agenda 2030)*. Ministerio de Economía y Planificación.
- Nova, A. (2018). *La Agricultura en Cuba: Transformaciones, Resultados y Retos*. Association for the Study of the Cuban Economy (ASCE). https://ascecu-badatabase.org/asce_proceedings/la-agricultura-en-cuba-transformaciones-resultados-y-retos/
- Núñez, D., Martínez, J., & Legua, M. (2024). *Técnicas y equipos utilizados en agricultura de precisión en el mundo - Resumen ejecutivo*. Cátedra de Agricultura de Precisión, Digitalización y Sostenibilidad (CAPDS-UMH), Excma. Diputación de Alicante.
- ONU. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible. 17 objetivos para transformar nuestro mundo*. Organización de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Ríos, R. (2021). La Agricultura de Precisión. Una necesidad actual. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(1), 10. <https://www.redalyc.org/journal/5862/586269368010/html/>
- Salmon, Y. (2025). Agricultura de precisión: Retos para su implementación en la provincia Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, 31(1). https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S2664-08802025000100013
- Sarandón, S. J. (2020). *El papel de la agricultura en la transformación socio ecológica de América Latina*. Friedrich-Ebert-Stiftung Proyecto Regional Transformación Social-Ecológica.
- Soler, L. (2022). *Cuba y el uso sostenible de los suelos*. Cubahora. <https://www.cubahora.cu/ciencia-y-tecnologia/cuba-y-el-uso-sostenible-de-los-suelos>
- UNDRR. (2024). *Agricultura y ganadería. Metodología para la Evaluación de Desastre*. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres. <https://www.undrr.org/es>