

Agricultura de precisión: retos para su implementación en la provincia Santiago de Cuba



Precision agriculture: challenges for its implementation in the province of Santiago de Cuba

<https://cu-id.com/2377/v31n1e13>

 Yindra Zulema Salmon Cuspinera*

Centro Meteorológico Provincial Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN: El crecimiento de la población y el cambio de los regímenes alimentarios están incrementando la demanda de alimentos, por otro lado, los impactos negativos del cambio climático sobre la agricultura y otros factores, posibilitan la reducción de los rendimientos agrícolas. El Futuro agrícola necesita de cambios tecnológicos amigables con el clima que garanticen una seguridad alimentaria. La tecnología está generando cambios en la agricultura, las herramientas de transformación digital se han aplicado a la llamada agricultura de precisión, Smart Farm o agricultura inteligente a través de tecnologías de las informáticas y las comunicaciones como el Global Positioning System (GPS), inteligencia artificial, Sistema de información geográfico e internet de las cosas y personal altamente capacitados. Su adopción dependerá del capital físico, económico y humano. La aplicación de estas tecnologías en nuestro entorno no es tan obvia como en un principio aparece. La investigación tiene como base legal la Política de transformación digital, Agenda Digital Cubana y las Estrategias de Inteligencia Artificial; va dirigida fundamentalmente a decisores, hacedores políticos, investigadores y productores del sector agrícola; constituye una salida del proyecto "Fortalecimiento del Sistema de Alerta Temprana agrometeorológica, creando capacidades tecnológicas y cognitivas" y tiene como objetivo exponer las principales herramientas y tecnologías que conforman la Agricultura de precisión y las ventajas y desventajas de su introducción en el sector agrario cubano, lo que posibilitará la toma de decisiones y optimizar el uso de los recursos, reduciendo los costos de producción e incrementando los rendimientos agrícolas.

Palabras clave: Futuro agrícola, herramientas de transformación digital, Agricultura de precisión, seguridad alimentaria.

SUMMARY: Population growth and changing dietary regimes are increasing the demand for food, on the other hand, the negative impacts of climate change on agriculture and other factors make it possible to reduce agricultural yields. The agricultural future needs climate-friendly technological changes that guarantee food security. Technology is generating changes in agriculture, digital transformation tools have been applied to the so-called precision agriculture, Smart Farm or intelligent agriculture through computer and communications technologies such as the Global Positioning System (GPS), artificial intelligence, Geographic information system and internet of things and highly trained personnel. Its adoption will depend on physical, economic and human capital. The application of these technologies in our environment is not as obvious as it initially appears. The investigation has as its legal basis the Digital Transformation Policy, Cuban Digital Agenda and Artificial Intelligence Strategies; It is fundamentally aimed at decision makers, policy makers, researchers and producers in the agricultural sector; It constitutes an output of the project "Strengthening the Agrometeorological Early Warning System, creating technological and cognitive capacities" and aims to expose the main tools and technologies that make up Precision Agriculture and the advantages and disadvantages of its introduction in the Cuban agricultural sector. which will enable decision making and optimize the use of resources, reducing production costs and increasing agricultural yields.

Keywords: Agricultural future, digital transformation tools, precision agriculture, food security.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población y el cambio de los regímenes alimentarios están incrementando la demanda de alimentos, sin embargo, diversas condiciones entre las que citamos el deterioro de los recursos naturales, los cambios climáticos, la inestabilidad de fuerzas productivas agrícolas;

incrementan los riesgos de pérdidas de cosechas y producciones, afectando tanto a los cultivos como al ganado (BIRF-AIF, 2024). La crisis nutricional es tanto una causa como un síntoma de la emergencia climática, nuestra alimentación está actuando como un gran impulsor de la contaminación ambiental y de la demanda de recursos, afectan al acceso a los alimentos (GNR, 2022). La seguridad alimentaria es un desafío

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

Recibido: 07/07/2024

Aceptado: 02/12/2024

Conflicto de intereses: No existen conflictos de intereses en la realización del estudio.

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/)

que se tornará cada vez más difícil de superar, a medida que el mundo necesite producir alrededor de un 70 % más de alimentos en 2050 para alimentar a una población estimada de 9000 millones de personas (PNUD, 2013).

Se impone una transición hacia sistemas de producción agrícola más productivos y eficientes, que permitan no solo incrementar el rendimiento, también, que respete el medio ambiente y se mantenga a la vanguardia en relación al cambio climático, el consumo y el comercio, a través de la transformación digital en la agricultura (Consejo de estado, 2024).

Los países en desarrollo deben aumentar de forma drástica la innovación agrícola y el uso de la tecnología. La tecnología agrícola se perfila como una de las soluciones con mayor potencial para dar respuesta a estas cuestiones, contribuyendo a aumentar la producción y reduciendo los costes y el impacto ambiental (Envira IOT, 2020). La agricultura climáticamente inteligente, agricultura de precisión (AP), Smart farm o agricultura inteligente, es un concepto muy amplio que tiene en las nuevas tecnologías y la biotecnología a sus mejores aliados (Moreira, 2018).

La Agricultura de Precisión es una herramienta que actúa de forma precisa en las labores agrícolas, gestiona, analiza y resuelve problemas cotidianos relacionados a la producción como la abundancia o carencia de nutrientes en las plantas y/o suelo, y el exceso o déficit de utilidad en la cosecha; considerando la variabilidad espacial que existe en un territorio con fines agropecuarios (Arcia, 2020 y Ríos, 2021). Se apoya en los avances tecnológicos en sistemas de posicionamiento, información geográfica, instrumentos de distribución de insumos de forma variable, sensores, vehículos de transporte (aéreos y/o terrestres) y demás herramientas de monitoreo, análisis y evaluación de datos; para la gestión y toma de decisión, con el fin de obtener un mejor rendimiento de cosecha evitando gastos innecesarios.

Implementar la agricultura de precisión implica dotar a los agricultores de información más completa sobre su entorno, suelos, cultivos y ganado, de modo que puedan adoptar las decisiones acertadas y responder a diferentes inquietudes, requieren acceder a tecnologías de punta como la inteligencia artificial y las capacitaciones en estas materias (Oksen y Tabrizi, 2023).

En el ámbito cubano, se cuenta con una Política para la transformación digital, Agenda Digital Cubana y Estrategia de Inteligencia Artificial (Consejo de Estado, 2024), para logra que las tecnologías digitales impulsen el desarrollo social, económico (la inserción de tecnologías digitales en la producción agrícola y ganadera) y ambiental del país y que contribuyan a la defensa de la revolución y sus logros y fortalecer el diseño e implementación de políticas públicas y modelos de gestión sectoriales, utilizando

la digitalización de los procesos de monitoreo, actualización continua de indicadores, mapas e imagen satelitales, situación hídrica y cambio climático; sin embargo, existe mucho camino por andar para asumir con mayor capacidad los conceptos que trae consigo la llamada cuarta revolución industrial (Puig, 2022), no obstante, debe ser prioridad la introducción de nuevas herramientas y tecnologías en el sector agrícola, lo cual optimiza los sistemas agrícolas e incrementa significativamente la producción agrícola, en aras de satisfacer las necesidades alimentarias poblacional, a pesar de las carencia de recursos impide en gran medida el desarrollo e introducción de ellas.

Esta investigación parte de la ejecución del proyecto “Fortalecimiento del Sistema de Alerta Temprana agrometeorológico, creando capacidades tecnológicas y cognitivas”. Se centra en abordar el cambio climático considerando las sinergias y las soluciones de compromiso entre productividad, adaptación, mitigación y resiliencia, y será un aporte a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en lo que respecta a la acción climática, la pobreza y la erradicación del hambre, la vinculación con la “TAREA VIDA”⁴, el Programa de Desarrollo Económico y Social del país hasta el 2030, la Estrategia aprobada en medio de la Covid-19 hasta el 2025 con 13 tareas de producción de alimentos y 19 de apoyo para impulsar el desarrollo y enfrentar la crisis (24 acciones), posteriormente la aprobación del Plan de Seguridad Alimentaria y Educación Nutricional (PLAN SAN) (De la Cruz et al, 2022). Del mismo modo, desarrolla tecnologías y métodos de gestión climáticamente inteligentes, sistemas de alerta temprana, seguros contra riesgos y otras innovaciones que promueven la resiliencia (BIRF-AIF, 2024).

Por lo antes expuesto, la investigación aborda temas sencillos y a la vez complejos relacionados con la modernización y eficiencia de nuestra agricultura, tiene como objetivo exponer las principales herramientas y tecnologías que conforman la Agricultura de precisión, las ventajas y desventajas de su introducción en el sector agrario cubano, lo que posibilitará la toma de decisiones y la optimización del uso de los recursos, reduciendo los costos de producción e incrementando los rendimientos agrícolas.

Tecnología agrícola

A veces es difícil imaginar la tecnología de la información como un método de producción agrícola común y ampliamente utilizado alrededor del mundo, donde la robótica, las grandes bases de datos, la automatización, la internet, los teléfonos móviles, el Internet de las cosas subterráneas (IOUT) y el internet de las cosas (IoT), se manejarán de forma estándar (Tobar et al., 2019; Abat et al., 2023), para adecuar el manejo de suelos y cultivos, a la variabilidad

presente en el terreno para vigilar y mejorar los procesos productivos (Hernández, 2020), involucra el uso de sistemas de posicionamiento global y de datos electrónicos para obtener datos del cultivo.

La nueva tecnología, es una herramienta de monitoreo, análisis y evaluación de datos; promueve la alimentación de macrodatos o big data con las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TICs), pues se incrementa la recolección, generación, procesamiento y visualización de un grupo importante y sustancial de información, lo que conllevaría a mejorar la toma de decisiones en tiempo real en los cultivos, potenciar el rendimiento y optimizar la gestión de los recursos (Bendre *et al.*, 2015), contribuyendo a la gestión y toma de decisión, con el fin de obtener un mejor rendimiento de cosecha evitando gastos innecesarios;

Para su mejor comprensión, lo implementamos de esta forma:

- La obtención de los datos primarios se realizará en el campo y se acompañará con el empleo de la percepción remota que es la ciencia o arte de obtener información sobre un objeto, área o fenómeno a través del análisis de datos obtenidos (satelitales)
- Sistema de posicionamiento global (GPS) permitiendo la localización de observación en tiempo real,
- IoT (aplicaciones para teléfono inteligente): El internet de las cosas hace referencia a las posibles redes de dispositivos electrónicos interrelacionados que podemos establecer, con capacidad de transferir datos a través de una red y hacia Internet, en una comunicación así máquina a máquina sin requerir de personas u usuarios y una serie de sensores terrestres para registrar la temperatura, la humedad, el pH del suelo y otros muchos parámetros y remotos.
- Sistema de información geográfica, el cual va a permitir la obtención de los productos finales,
- El hombre: que va a procesar y analizar la información resultante y emitir las alertas, y
- y el campo (Puig, 2022).

La política de transformación y la agenda digitales en Cuba, relacionados con la introducción de la agricultura de precisión, son hoy una prioridad para ofrecer servicios de calidad y lograr soberanía tecnológica en función de las necesidades del país y la población, sin embargo, como toda práctica novedosa, supone problemas sociales, económicos y hasta de interpretación, no obstante, los beneficios percibidos y las barreras para la adopción generalizada de la gestión de la agricultura de precisión.

Los procesos de digitalización de la sociedad se enfocan en la llamada transformación digital,

sin embargo, en el sector de la agricultura esas transformaciones son mucho más lentas, apreciándose avances especialmente en la llamada agricultura de precisión (Muñoz y Ramírez, 2022).

Algunos de los beneficios de la agricultura de precisión:

1. Introducción de nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones aplicadas al sector agrícola (Inversión de innovación tecnológica)
2. Aumenta el rendimiento de las explotaciones agropecuarias al realizar un seguimiento de las condiciones de vegetación.
3. Mejora la eficiencia en la gestión de los recursos naturales básicos, como el agua. Optimiza el uso de fertilizantes.
4. Mejorar la calidad del trabajo sustituyendo algunas arduas tareas mediante la automatización, riego, drones.
5. Predicción y aumento de la productividad en cultivos y cosechas gracias a la incorporación de herramienta de análisis de datos de BIG Data, proveniente de sensores, GPS o imágenes satelitales.
6. Detección temprana de plagas y enfermedades.
7. Minimiza los impactos agrícolas sobre el medio ambiente.
8. La monitorización de las labores agrícolas ofrece datos sobre los que se puede desplegar algoritmos de inteligencia artificial, de mejoras y de alerta temprana.
9. Se puede registrar la dimensión del área monitorizada.
10. Fomenta de una cultura de innovación para el ámbito rural que permita desarrollar aplicaciones específicas tecnologías, etc.
11. Conectividad entre profesionales y agentes claves para el desarrollo rural, como los mercados y las administraciones.
12. Monitoreo de rendimiento y mapeo.

Los beneficios de la agricultura de precisión son claros, ayuda a definir las propiedades y características del suelo para lograr una productividad óptima, ayuda a resolver los problemas del uso adecuado de los recursos, los altos costos y el impacto medioambiental.

Retos en su implementación:

Es claro que antes de poder aproximar una respuesta a lo que se debe hacer, debemos tener una visión de lo que hay actualmente en cuanto a desarrollos tecnológicos y lo que se está desarrollando, lo que nos permitirá tener

una visión más acotada de lo que se debe realizar en el corto y mediano plazo tanto en transferencia, I+D+I y los mecanismos de articulación necesarios para llevarlos a cabo.

Mantener hoy en día la competitividad no solo pasará por la reducción de costos de producción mediante uso de tecnologías más eficientes, sino por el uso de estas para la generación de un producto inocuo, trazable y de calidad, factor altamente limitado por la carencia de recurso humano capacitado y soporte post venta.

Para que los agricultores pequeños y medianos productores, puedan utilizar estas tecnologías, se deben responder al menos tres preguntas que son:

- ¿Es confiable esta tecnología?

Asegurarse que el nivel de desarrollo de la tecnología es tal que los equipos funcionen correctamente en el entorno en que se van utilizar, que exista una infraestructura de servicio local que asegure que los equipos trabajen en forma continua y no se vuelvan obsoletos rápidamente, por ejemplo, si se dan problemas mecánicos o falla un sensor, esto se puede resolver o reemplazar rápidamente.

- ¿Existe la capacidad técnica de usar esta tecnología?

No solo es suficiente contar con los equipos y servicios necesarios. Es importante el tener el conocimiento práctico y el nivel apropiado para utilizar los equipos y sistemas en el campo, es importante contar con técnicos capaces de implementar estrategias de manejo, operar y mantener equipos.

- ¿Qué beneficios trae la inversión en esta tecnología?

El retorno económico de la inversión debe ser positivo para poder sostenerla a largo plazo (bajo nivel de riesgo de productores y formato de producción tradicional existente altamente contrapuesto a estos nuevos cambios). Esto tiene las mismas complicaciones que cualquier otra inversión, fluctuaciones de precios de mercado, cambios de preferencia del consumidor, aranceles y barreras a exportación, etc. Por otra parte, esta tecnología tiene otros beneficios relacionados al ambiente, reducir la huella del carbono, uso eficiente del agua, habilitar procesos de trazabilidad y conectividad global, factores que deberán ser comprobado con claridad para poder producir una introducción en el sistema.

Por tanto:

1. La agricultura de precisión no está disponible para todos los agricultores.

2. Poca cultura de innovación.

3. Costo de inversión de equipamiento es alto.

4. Se requieren ciertos conocimientos informáticos y de infraestructura.

5. Muy poca disponibilidad de tecnologías informáticas en manos de los campesinos.

6. Participación y concientización de directivos, decisores, instituciones y campesinos capaces de llevar a cabo su implementación.

Para nuestras actuales condiciones, la introducción de este tipo de agricultura sería ideal, ya que aseguraría una sostenibilidad alimentaria, nutricional y medio ambiental, sin embargo, no todo resulta tan evidente.

Ventajas para su implementación

En cuanto a su adopción, la AP ofrece ventajas en el manejo inteligente de los recursos, bienes y materiales; además, es un método que mejora a medida que se van implementando nuevos avances tecnológicos como el IoT, la robótica, la inteligencia artificial y la constante revolución científica en general, conservándose actualizada. Por otro lado, se rescatan importantes investigación y estudios sobre el impacto que esta tiene en el país, enfocándose en el estudio del suelo, el manejo por sitio específico de los cultivos.

Desventajas durante su implementación

El elevado costo de inversión inicial con relación a la adquisición, calibración y capacitación; también, la necesidad de un nivel educativo se hace imperativo para su correcto aprovechamiento.

CONCLUSIONES

La introducción de esta nueva tecnología (Satélites, internet de las cosas, SIG, sensores, inteligencia artificial) puede incrementar la productividad agrícola, disminuir los costos de producción y la preservación del medio ambiente, sin embargo, se presentaron dificultades logísticas en el marco del proyecto, que dificultaron la obtención de mejores y más deseados resultados.

Su aplicación permite a los agricultores llevar a cabo labores de control, seguimiento, medición, evaluación en tiempo real de las necesidades hídricas y aplicación selectiva de fertilizantes y otros productos.

La aplicación de estas tecnologías no es tan obvia como en un principio aparece es necesario disponer de medios tecnológicos, que pueden resultar costosos y personal altamente capacitados.

Aunque se han dado discretos pasos, todavía queda mucho por aplicar e investigar en nuestros campos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la dirección del INSMET, al Centro de Meteorología Agrícola y al Programa Mundial de Producción de Alimentos, por permitirnos desarrollar el proyecto “Fortalecimiento del Sistema de Alerta Temprana (SAT) agrometeorológica, creando capacidades tecnológicas y cognitivas”

REFERENCIAS

- Abad Alay, M.; Méndez García, M. & Erazo Moreta, O. (2023). Tecnología de Internet de las Cosas en el monitoreo de cultivos agrícolas. *REVISTA ODIGOS Universidad de Israel* 4(3):69-93 <https://doi.org/10.35290/ro.v4n3.2023.939> e-ISSN: 2697-3405
- Arcia Porrúa, J. (2020). De la agricultura precisa a la agricultura de precisión. *Revista Ingeniería Agrícola*, vol. 10, núm. 3, e09, 2020 Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. Cu-ID: <https://cu-id.com/2284/ojs1269>
- Banco Mundial (BIRF) (2016). La innovación agrícola y la tecnología son la clave para reducir la pobreza en los países en desarrollo. Comunicado de prensa. Washington DC <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>.
- Banco Mundial (BIRF-AIF) (2024). Agricultura inteligente con respecto al clima. <https://www.bancomundial.org/es/topic/climate-smart-agriculture>
- Brende, M.; Thool, C. y Tholl, R (2015) “Big data in precisión agricultura: Weather forecasting for future farming”. 1st International Conference on Next Generation Computing Technologies (NGCT), Dehradun, India, doi: ISBN:978-1-4673-6809-4 <https://doi.org/10.1109/NGCT.2015.7375220>.
- BIRF-AIF (Banco Mundial-Fomento de Comercio Internacional). (2023). Boletín Agricultura inteligente con respecto al clima. <https://www.bancomundial.org/es/topic/climate-smart-agriculture>
- De la Cruz Santos, I. D. & Infante Abreu, M. B. (2022). Estrategia para perfeccionar la gestión de ciencia, tecnología e innovación en el sector agrario cubano: principales resultados. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(3), 696-713. ISSN 2218-3620. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-3620202000300696&script=sci_abstract&tlng=es.
- ENVIRA IOT (Empresa de Soluciones de Monitorización Ambiental) (2020). Innovaciones y avances tecnológicos en la agricultura. <https://enviraiot.es/innovaciones-en-la-agricultura-avances-tecnologicos/>
- García, E. & Flego, F. (2016). Agricultura de precisión: Tecnología agropecuaria. Universidad de Palermo. <https://www.palermo.edu/pdfwebc&T8>
- Global Nutrition Report (GNR) (2022). Informe de la nutrición mundial 2021. El estado de la nutrición en el mundo. Development Initiatives. Bristol (Reino Unido). ISBN: 978-1-8381530-6-9. https://globalnutritionreport.org/documents/776/2021_Global_Nutrition_Report_Spanish.pdf
- Hernández Jorge, J. (2020). “Cuando la tecnología y la agricultura van de la mano: smart farming. Smart Farming, tecnología de punta para el campo”. [https://empresas.blogthinkbig.com/smart-farming-tecnologia-de-punta-para-el-campo%](https://empresas.blogthinkbig.com/smart-farming-tecnologia-de-punta-para-el-campo%20)
- Zhang Lei, K.Dabipi Ibibia & Willie B. (2018). Internet of Things Applications for Agriculture. Department of Engineering and Aviation Sciences, University of Maryland Eastern Shore, Princess Anne, MD, USA <https://iranarze.ir/2018/10/E9758-IranArzePDF>
- Consejo de Ministros de la República de Cuba (2024). Política para la Transformación digital, Agenda Digital Cubana y Estrategias de Inteligencia Artificial. <https://instituciones.sld.cu/redbiblioteca/2024/06/17>
- Moreira, M. (2018). AGRICULTURA 4.0: COSECHAS ABONADAS CON CIENCIA Y TECNOLOGIA. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- Muñoz González, R.; Ramírez Cruz, Z. (2022). Transformación digital de la agricultura en Cuba: estados y perspectivas. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*. ISSN 2218-3639, vol 13, 2022 p. 153-172. Disponible en: <https://anuarioeco.uo.edu.cu>
- Oksen, P. & Tabrizi, Sh. (2023). Agricultura de precisión: datos y tecnología para enfrentar el cambio climático Inter-American Development Bank <https://blogs.iadb.org>.
- Organización Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUD) (2013). El mundobeberá producir 70% más de alimentos para 2050. *Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2013/12/1288891>
- Puig Meneses, Y. (2022). La Industria 4.0 en Cuba: Un camino necesario y constante. *Cubadebate*. <http://www.cubadebate.cu>
- Rios Hernández, R (2021). La Agricultura de Precisión. Una necesidad actual *Revista Ingeniería Agrícola*, vol. 11, núm. 1, e10. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. Cu-ID: <https://cu-id.com/2284/ojs1347>
- Tovar Soto, J.; Solórzano Suárez, J; Badillo Rodríguez, A. & Rodríguez Cainaba, Genner (2019) Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual. *Lámpsakos Universidad Católica Luis Amigó*, núm. 22, pp. 86-105, 2019 <https://doi.org/10.21501/21454086.3253>