

Agricultura de Precisión: La integración de las TIC en la producción Agrícola

Precision Agriculture: The Integration of ICT in Agricultural Production

DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/cesta.03.01.2022.04>

Artículo de investigación científica. Fecha de recepción: 07/12/2021 Fecha de aceptación: 31/01/2022.

Geovanny Rambauth-Ibarra 
Universidad de Sucre. Sincelejo (Colombia)
geonormal@hotmail.com

How to cite this article:

G. Rambauth-Ibarra, "Agricultura de Precisión: La integración de las TIC en la producción Agrícola", *J. Comput. Electron. Sci.: Theory Appl.*, vol. 3, no. 1, pp. 37–38, 2021. <https://doi.org/10.17981/cesta.03.01.2022.04>

Resumen

Introducción— La Agricultura de Precisión (AP) agrupa un conjunto de tecnologías aplicables en la producción agraria, su factor común es la toma de decisiones y su posterior ejecución. Introducir las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la agricultura, permite hacerla más eficientes, reducir costos e introducir certeza en las decisiones. De igual manera, usar TIC basadas en el uso de plataformas digitales, Big Data, Analítica e IoT, contribuye al uso racional de los recursos, al aumento en la productividad y mejora de la rentabilidad. La implementación de AP conlleva grandes retos, equiparables con sus beneficios.

Objetivo— Presentar una revisión conceptual de la agricultura de precisión para acercarnos a las tecnologías de la información y la comunicación que facilitan su implementación.

Metodología— Se ha hecho uso de una metodología conceptual-descriptiva, a partir de exploración de diferentes fuentes bibliográficas de bases de datos científicas.

Resultados— Este artículo presenta un acercamiento al concepto fundamental de nuestra investigación, como lo es la Agricultura de Precisión (AP) a la vez que nos permitió precisar esas tecnologías de la información y la comunicación que la hacen posible.

Conclusiones— La incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la agricultura, con fines: descriptivos, prescriptivos y predictivos, redundan en la optimización de los procesos agrícolas que circunscriben a la Agricultura de Precisión (AP).

Palabras clave— Agricultura de precisión (AP); Analítica; Big Data; GPS; Internet de las cosas (IoT); Sensores; Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

Abstract

Introduction— Precision Agriculture (PA) groups a set of technologies applicable in agricultural production, their common factor is decision making and its subsequent execution. The introduction of Information and Communication Technologies (ICT) in agriculture makes it possible to make it more efficient, reduce costs and introduce certainty in decisions. Similarly, using ICTs based on the use of digital platforms, Big Data, Analytics and IoT, contributes to the rational use of resources, increased productivity, and improved profitability. The implementation of AP entails great challenges, comparable to its benefits.

Objective— To present a conceptual review of precision agriculture to approach the information and communication technologies that facilitate its implementation.

Methodology— A conceptual-descriptive methodology has been used, based on the exploration of different bibliographic sources of scientific databases.

Results— This article presents an approach to the fundamental concept of our research, such as Precision Agriculture (PA) while allowing us to specify those information and communication technologies that make it possible.

Conclusions— The incorporation of Information and Communication Technologies (ICT) in agriculture, for purposes: descriptive, prescriptive, and predictive, results in the optimization of agricultural processes that circumscribe Precision Agriculture (PA).

Keywords— Analytics; Big Data; GPS; Information; and communication technologies (ICT); Internet of things (IoT); Precision agriculture (PA); sensors

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace algunas décadas, los productores han anhelado la posibilidad de maximizar los rendimientos de sus cultivos a la vez que se les permita dar respuesta y control a las variaciones presentadas en los mismos, mucho más cuando estos poseen limitaciones de terreno, de insumos y desde luego de recursos económicos. Hoy día, la tecnología ha alcanzado tal connotación que ya permite a los productores la medición, el análisis y dar respuesta con prontitud a distintas variaciones que se dan en sus cultivos y para los cuales el tiempo en que se hace una intervención es primordial para alcanzar los objetivos propuestos. La Agricultura de Precisión-AP implica el uso de tecnologías de la Información y Comunicación-TIC de manera que se permita disponer de los suelos, sistemas de regadíos, cantidad de agua y otras variables de los cultivos que se encuentran dentro de un lote o sector [1]. La información obtenida puede ser usada con fines descriptivos o fines predictivos, de manera que posibilite la implementación de planes para controlar las variables involucradas.

El uso de tecnologías ligadas a la agricultura con la finalidad de hacerla precisa es uno de los retos actuales: controlar la cantidad o distancia de siembra, así como las plagas que afectan a los cultivos, la cantidad de agua o de fertilizante que requieren los suelos, entre otros. Sin lugar a duda el uso de las tecnologías de la información y la comunicación contribuyen notablemente a la mejora del rendimiento de un cultivo, así como con el aumento de la calidad y porque no, con la disminución en los gastos de estos. De esta manera, la agricultura y al sector rural no deberían desconocer las TIC, ellas podrían verse influenciadas positivamente por la intervención y uso potencial de las tecnologías de la información y comunicación.

El mayor retraso en materia de incorporación de las TIC a la actividad productiva, social y cultural parece estar en el sector rural y agropecuario. Persiste allí un desafío que debería ser materia de preocupación con el fin de evitar la profundización de una brecha que genere nuevas formas de exclusión, retraso e ineficiencia económica y productiva. Las TIC pueden contribuir poderosamente a la competitividad de la agricultura y son susceptibles de aplicación en casi todos los ámbitos de la gestión y producción en las empresas y en las cadenas agroalimentarias [2, p. 5].

La adopción de las TIC en la agricultura permite hacerlas más eficientes y, reducir costos e introducir certeza en las decisiones. Así mismos, usar TIC basadas en el uso de plataformas digitales, *Big Data*, *Analítica* e *IoT*, contribuye al uso racional de los recursos, al aumento en la productividad y en la rentabilidad misma [3]. En conclusión, la incorporación de las TIC en la agricultura es fundamental para enfrentar las consecuencias ligadas a la sostenibilidad, como lo es el cambio climático. Se hace conveniente entonces, el desarrollo de tecnologías que posibiliten de manera eficiente el uso del riego y los drenajes, sistemas de alertas tempranas, sistemas para combatir frente a nuevas amenazas bióticas o enfermedades, sistemas para la gestión de sequías, así como redes que informen a los agricultores acerca del estado del clima. Lo anterior amerita usar teledetección, georreferenciación, monitoreo, redes de sensores, y tecnologías que posibiliten la transmisión y operación de datos en forma remota y en tiempo real, para configurar sistemas de información y conocimiento que sustenten y precisen las decisiones, consecuentes con técnicas ligadas a la AP [2].

A continuación, se presenta una aproximación conceptual de la AP, acompañada de las características de las TIC más usadas, las cuales además posibilitan su adopción en entornos agrícolas. Finalmente se muestra un análisis de las fortalezas, oportunidades y debilidades que conlleva muchas veces la implementación de la agricultura de precisión.

II. APLICACIONES BASADAS EN TIC PARA LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN (AP)

La búsqueda de la eficiencia y precisión en las técnicas de agricultura ha sido el anhelo desde tiempos inmemorables de los cultivadores; a lo largo de la historia, el empirismo y los métodos de ensayo, prueba y error, han brindado pautas, y orientaciones con el fin de llevar a buen término la tarea agrícola. El presente artículo define a continuación aquellas tecnologías relevantes para la incorporación de la agricultura de precisión:

A. Agricultura de Precisión (AP)

El uso del término Agricultura de Precisión-AP hace referencia a un conjunto de tecnologías que pueden ser aplicadas en la producción agrícola, en ellas se usan las TIC para la toma eficientemente de decisiones y su acertada ejecución. Las técnicas que integran a la agricultura de Precisión tienen su asidero en las operaciones que involucran la implantación, desarrollo y explotación de cultivos. Desde su aparición, a principios de los años 90 la AP se ha caracterizado por la inclusión de nuevos métodos que responden a problemáticas diferentes; por tanto, este nuevo concepto sigue en evolución constante como es característico de las nuevas tecnologías. Con la aparición de los Sistemas de Navegación Global por Satélite-GNSS la AP dio un nuevo salto en sus alcances y propósitos [4].

El papel de los Sistemas de Navegación Global por Satélite (GNSS) en la AP es clave. Un receptor GNSS no es más que un dispositivo electrónico que proporciona, entre otros datos, las coordenadas latitud, longitud, altitud del punto donde se encuentra su antena. Esta información puede ser usada por otros dispositivos electrónicos con diferentes propósitos, dando lugar a multitud de aplicaciones [4, p. 18].

Como se puede concluir, la finalidad de la agricultura de precisión es velar por el uso adecuado y el óptimo rendimiento de insumos agrícolas en cultivos, mediante un conjunto de técnicas basadas en la cuantificación de: la variabilidad espacial de terrenos y la precisión temporal, para mejorar así la producción agrícola [3]. Las TIC han puesto al servicio de la agricultura un compendio de herramientas que facilitan dicha finalidad, estas tecnologías proporcionan la base para hacer realidad la visión de la agricultura de precisión y gestionar objetivamente las tierras agrícolas de acuerdo con sus necesidades espacialmente variables.

B. Sensores

El término sensor hace referencia a cualquier dispositivo que al recibir un impulso o magnitud física convierte a la misma en una señal de voltaje (analógica), esta señal puede ser compartida, procesada en un dispositivo u ordenador [1]. Dichos sensores nos permiten determinar con precisión periódica: la posición de una máquina, la velocidad de desplazamiento, medir la temperatura de un lugar, la condición de sus mecanismos, la fertilidad del suelo, el nivel de vegetación del cultivo entre otros.

C. Big Data y Analítica

En algunos casos se hace necesario almacenar de manera digital información diversa a gran velocidad en grandes volúmenes, para referirse a ello se usa el término *Big Data*. Al respecto de Big Data y Analítica: “es el proceso de usar software para descubrir tendencias, patrones, correlaciones u otras ideas útiles en esos grandes almacenes de datos” [5, pár. 1]. Desde hace décadas se viene analizando datos, representado en software de inteligencia empresarial y minería de datos. Este tipo de software se hace más robusto conforme pasa el tiempo, pudiendo así: incrementar la cantidad de datos que administra, a la vez que permite ejecutar consultas de manera más ágil, así como algoritmos más estructurados y avanzados.

El *Big Data y Analítica* se caracteriza de la siguiente manera [5]:

- *Análisis descriptivo*. A través de informes de visualizaciones simples, se dedican a “describir” lo acontecido en un momento determinado o a lo largo de cierto periodo de tiempo, Este tipo de herramientas no se consideran tan avanzadas pues su funcionalidad se limita a contar lo que sucedido.
- *Diagnóstico analítico*. Las herramientas de este tipo a diferencia de la anterior no se limitan a describir lo sucedido, sino que brindan algún tipo de explicación de lo acontecido, de esta manera permite que los análisis sean más profundos toda vez que facilitan determinar la causa de una situación específica. Por tal motivo son más avanzadas que los informes obtenidos a partir de las herramientas del análisis descriptivo.
- *Análisis Predictivo*. Estas herramientas de análisis predictivo buscan pronosticar posibles sucesos inmediatos valiéndose de algoritmos avanzados, catalogándose así entre las herramientas más notorias de *Big Data y Analítica*. Comúnmente, estas herramientas se valen de las tecnologías de *Machine Learning* e inteligencia artificial.
- *Análisis prescriptivo*. Cuando se desea ir más allá del análisis predictivo se hace uso del análisis prescriptivo, este permite sugerir los pasos a seguir para lograr un resultado anhelado. Para ello se hace necesario el uso de avanzadas capacidades de aprendizaje automático lo que lo convierte en un tipo de análisis escasamente ofrecido.

D. Internet de las cosas: Internet of Things (IoT)

La expresión de origen anglosajón, *Internet of Things* (IoT), se usa para describir a los objetos físicos (de allí el término cosas) que usan sensores, software integrado; además de otras tecnologías, que les permiten conectarse entre ellos y con otros dispositivos usando las redes y sistemas a través de internet [6]. La interconexión de estos objetos tiene como finalidad el intercambio de datos. Esta categoría incluye desde objetos del hogar para uso cotidiano hasta herramientas industriales de uso y diseño específico. Actualmente existen alrededor de 10 000 millones de dispositivos de Internet de las Cosas-IoT y se pronostica que para el año 2025 el número de estos se duplicará acercándose a la cifra de 25 000 millones de dispositivos.

Al respecto de IoT, es de notar que en los años recientes esta tecnología a cobrado especial auge, al punto de configurarse como una de las más importantes del presente siglo [6]. Para ellos es de resaltar la presencia de este tipo de dispositivos en una multiplicidad de objetos habituales como: electrodomésticos, vehículos, juguetes, monitores de seguridad, reguladores de temperatura, entre otros; la conexión de estos dispositivos de integración IoT con la Internet, hace posible la comunicación fluida entre las personas y las cosas, al punto de que al combinar esta tecnología con la nube, el Big Data, la Analítica y los dispositivos móviles, estos objetos pueden recopilar datos con casi nula intervención humana, al punto de que se pueden compartir estos datos para grabar, vigilar y controlar a los objetos conectados.

La siguiente serie de avances de aparición reciente han hecho posible el IoT, lo cual durante mucho tiempo fue solo una idea o visión.

- *Sensores de bajo costo y de baja potencia.* Hoy en día esta tecnología está presente en sensores accesibles y fiables con lo que se posibilita que muchos más fabricantes creen y usen este tipo de tecnología.
- *Conectividad.* Día a día la transmisión de datos usando Internet, así como la conexión de estos dispositivos con la nube, se ha facilitado con el uso de protocolos de red que la hacen eficiente.
- *Plataformas de computación en la nube.* Hoy en días es más fácil acceder a infraestructura de computación mediante la cual se facilita la gestión de estos datos para que estén disponibles en cualquier lugar del mundo 24/7.
- *Machine Learning y analítica.* Las tecnologías de Machine Learning y de Analítica han permitido la expansión de IoT de manera que los datos producidos por estas tecnologías las retroalimentan. Ellas permiten acceder a grandes cantidades de información (datos) de manera que se puedan administrar de forma más rápida y sencilla.
- *Inteligencia Artificial (IA) conversacional.* Los asistentes personales como *Alexa*, *Cortana* y *Siri*, entre otros son el resultado de combinar el Procesamiento de las Lenguas Naturales-NLP y los dispositivos de IoT, todo esto fruto de los avances en redes neuronales. Convirtiendo así a los asistentes en dispositivos atractivos, asequibles y viables para el uso doméstico como puntualiza [6].
- *Agricultura.* La Agricultura Inteligente (Smart Agriculture) apoyada en el uso de IoT busca reducir costes y pérdidas de insumos a la vez que mejora la productividad para beneficiar a productores y agricultores. En este tipo de agricultura basada en IoT se monitorea constantemente y en forma remota los cultivos, con ayuda de sensores se supervisan: condiciones de luz, humedad, temperatura, características del suelo, así como también es posible automatizar sistemas de riego dadas las condiciones presentes en los cultivos [7].

III. ANÁLISIS DE FORTALEZAS, OPORTUNIDADES Y DEBILIDADES DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

A. Fortalezas de la Implementación de la AP

Existen actualmente condiciones que favorecen la implementación de la AP. En primer lugar, tenemos al productor que simultáneamente es empresario, que ha entendido que es necesario reducir los tiempos para visitar cultivos ya sea por eficiencia o por escasez de este. Este es consciente de que la AP facilitará esta tarea a la par que contará con información precisa para realizar supervisión a sus cultivos. Por otra parte, se encuentra la tecnología que cada día avanza y genera nuevas respuestas a problemas comunes, nuevos sensores o más precisos, novedosas o mejoradas técnicas, el tiempo de respuesta se reduce y la repercusión en los cultivos se hace evidente.

Finalmente, día a día el número de profesionales y entusiastas de la AP crece, estos asesores acercan las técnicas, las tecnologías e instrumentos a los cultivadores y empresarios; en esta cercanía descubren las necesidades de cultivos y cultivadores mientras diligentemente dan respuestas a las mismas con prontitud y eficacia.

B. Debilidades para la Implementación de AP

Es claro que la AP no está al alcance de todos los agricultores, quizás para el pequeño y mediano productor, esta modalidad de agricultura parece distante, obviamente limitada por las condiciones económicas que acarrea la compra de equipos, ya que la inversión en estos no es analizada a la luz de los dividendos y beneficios; así como tampoco se contempla la inversión en formación e instrucciones para el uso de estos como una inversión a mediano o largo plazo. A lo anterior se le suman problemas de compatibilidad con las tecnologías o maquinarias ya existentes, así como el hecho de que la innovación no es una actividad recurrente en el campo, lo que desde luego hace necesario un cierto número de competencias tecnológicas en el personal.

Sin embargo, existen algunas características que se convierten en propicias para el desarrollo e implementación de la agricultura de precisión, estas se configuran en oportunidades.

C. Oportunidades para la implementación de la AP

La AP cobra mayor auge cada día en el mundo moderno, el número creciente de redes de cultivadores que hacen uso de agricultura de precisión y hacen uso de datos compartidos que han sido obtenidos *in-situ* y podrían ser compartidos o replicables en granjas o parcelas con características similares. Lo anterior, permite la creación de redes que propicien la investigación y la experimentación, para incrementar de esta manera el impacto de la agricultura de precisión y su implementación.

Otra oportunidad para la implementación de la agricultura de precisión se trata de la opción de capacitación de personal, ya sean productores, agricultores o recolectores; en la recolección y el manejo de datos útiles que permitan incrementar los beneficios fruto de la inclusión de elementos de la agricultura de precisión. De esta manera se pueden propiciar estudios o investigaciones en los campos de un determinado lugar o sitio, que faciliten un mayor rendimiento y reconocimiento de la agricultura de precisión.

IV. CONCLUSIONES

La Agricultura de Precisión tiene como finalidad optimizar el rendimiento de cultivos, a través de la precisión de los cultivos en los cuales se desarrolla esta práctica, así como la toma de decisiones de forma adecuada. La optimización fruto de la AP contribuye entre otras cosas, al cuidado del suelo, uso racional del agua y de insumos agrícolas [4].

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación han sabido integrarse con la agricultura para dar respuesta a la necesidad innovadora de la misma, así como a las necesidades del campo. Día a día proliferan soluciones para medir mejor, de manera más precisa, o más rápida, todo ello crece de manera vertiginosa lo que convierte su incorporación en un reto.

No es un secreto que en muchos casos las condiciones socioeconómicas limitan al pequeño y mediano productor a su incorporación; sin embargo, las soluciones se hacen más asequibles para ellos y los costos de inversión en tecnología se ven retribuidos en un mediano plazo.

REFERENCIAS

- [1] E. García y F. Flego, "Agricultura de precisión", *Revista Ciencia y Tecnología*, vol. 8, pp. 99–116, 2008. Disponible en <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cyt/issue/archive>
- [2] J. Nagel, *Principales barreras para la adopción de las TIC en la agricultura y las áreas rurales*. Stgo, CL: CEPAL, 2012. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/4011-principales-barreras-la-adopcion-tic-la-agricultura-areas-rurales>
- [3] S. Best, I. Zamora y I. Quiroz, *Tecnologías aplicables en agricultura de precisión: uso de tecnología de precisión en evaluación, diagnóstico y solución de problemas productivos*. Stgo, CL: FIA, 2008. Disponible en <http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/1958>
- [4] J. Agüera y M. Pérez, "Agricultura de precisión: hacia la integración de datos espaciales en la producción agraria", *Ambienta*, no. 105, pp. 12–27, 2013. Disponible en <https://sites.google.com/gl.miteco.gob.es/revistaambienta/n%C3%BAmerosanteriores/105/105-a2>
- [5] PowerData, "Qué es big data y analytics y por qué debes utilizarlo en tu empresa", [Online]. Available: <https://blog.powerdata.es/el-valor-de-la-gestion-de-datos/que-es-big-data-y-analytics-y-por-que-debes-utilizarlo-en-tu-empresa> (consultado en noviembre 2, 2019).
- [6] Oracle Colombia, "¿Qué es el IoT?", *Oracle.com*, Febrero 19, 2014. [En línea]. Disponible en <https://www.oracle.com/co/internet-of-things/what-is-iot.html>
- [7] Procolombia, "La oferta del sector agrícola colombiano", [Online]. Available: <http://www.procolombia.co/compradores/es/explore-opportunidades/oferta-del-sector-agr-cola> (Noviembre 15, 2019).

Geovanny Rambauth-Ibarra. Licenciado en Matemáticas de la Universidad de Sucre (Colombia). Ingeniero de Sistemas de la Función Universitaria San Martín (Colombia). Especialistas en Informática y Telemática de la Fundación Universitaria del Área Andina (Colombia). Magister en Didáctica de Universidad Santo Tomás (Colombia) siendo beneficiario de Becas para la Excelencia Docente del MEN. En el 2005 se vincula como docente estatal de educación Media y desde 2013 se desempeña como profesor catedrático de la Universidad de Sucre (Colombia). Actualmente cursa el Doctorado en Tecnologías de la Información y la Comunicación, en la Universidad de la Costa (Colombia), siendo beneficiario de Becas Bicentenario - Cohorte2. <https://orcid.org/0000-0003-0592-0650>