



# **La agricultura de precisión y herramientas TIC de apoyo**

Fredys A. Simanca H.  
Jaime Páez Páez  
Edgar Díaz Cabiativa  
José Vicente Palacio



# LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y HERRAMIENTAS TIC DE APOYO

FREDYS A. SIMANCA H.  
JAIME PÁEZ PÁEZ  
EDGAR DÍAZ CABIATIVA  
JOSÉ VICENTE PALACIO





## RESUMEN

La agricultura de precisión es un proceso sistematizado de la actividad agrícola que proporciona elementos tecnológicos como: uso de GPS, sistemas de control, sensores, robótica, drones, vehículos autónomos, *hardware*, telemática y *software*, lo que les da opciones a los agricultores para implementar procesos en sus cultivos mediante tecnologías, alcanzando competitividad en sus procesos y así lograr competir con productores mundiales. El libro tiene el propósito de estructurar un componente teórico y un estado del arte del tema de estudio, así como, posteriormente, socializar dos desarrollos tecnológicos; el primero consistió en desarrollar y construir un sistema de riego automático, basado en la integración de tres tecnologías, computación, comunicaciones y electrónica. Para ello, se desarrolló un *software* que envía señales digitales de salida desde una computadora hacia un dispositivo electrónico, para accionar los dispositivos físicos de riego y complementarios. Se integró un subsistema de comunicación bidireccional PC-Modem GSM-Celular, que permite encender/apagar un dispositivo mediante comandos remotos desde un dispositivo móvil o celular, como también el envío de alarmas y avisos que indican el estado actual del sistema, por medio de mensajes de texto vía celular y correos electrónicos. El sistema de automatización se diseñó para que se adapte a diversas aplicaciones que sean susceptibles de automatización y control. El segundo desarrollo consistió en la construcción de una plataforma llamada *Wit Farming*, aplicación diseñada para que los pequeños, medianos y grandes agricultores, de forma fácil y rápida, puedan llevar el control de sus cultivos y terrenos con la metodología de elementos de algoritmos de *Machine Learning*, siendo una herramienta tecnológica capaz de monitorear el nivel de humedad del terreno, la altura y salud de las plantas etcétera; teniendo en cuenta variables como: el suelo, el cultivo, el clima, las plagas, la fertilización, el control de malezas, de insectos y enfermedades. El *software* fue aplicado y validado con un agricultor de la palma Rubelina, ubicado en Cachipay (Cundinamarca).

**Palabras clave:** automatización, balance hídrico, multicultivo, riego.

¿Cómo citar este libro? / How to cite this book?

Simanca Herrera, F., Páez Páez, J., Díaz Cabiati, E y Palacio, J. (2023).

*La agricultura de precisión y herramientas TIC de apoyo*. Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. <https://doi.org/10.16925/9789587604153>



## ABSTRACT

Precision agriculture is a systematized process of agricultural activity that provides technological elements such as: Use of GPS, control systems, sensors, robotics, drones, autonomous vehicles, hardware, telematics and software, generating options for farmers to implement processes in their crops through technologies, achieving competitiveness in their processes to compete with world producers. The book has the purpose of structuring a theoretical component and a state of the art of the subject of study, and later to socialize two technological developments: the first consisted of showing a functional prototype, based on the integration of three technologies, computing, communications and electronics to automate irrigation control in closed or open systems. For this, software was developed that sends digital output signals from a computer to an electronic device, to activate the physical irrigation and complementary devices. A bidirectional communication subsystem PC-Modem GSM-Cellular was integrated, which allows turning on / off a device through remote commands from a mobile or cellular device, as well as sending alarms and warnings that indicate the current status of the system, through text messages via cell phone and emails. The automation system was designed to suit a variety of applications that are capable of automation and control. The second development consisted of the construction of a Wit Farming platform, an application designed so that small, medium and large farmers can easily and quickly take control of their crops and land with the methodology of Machine Learning algorithm elements, being a technological tool capable of monitoring the level of humidity of the land, the height and health of the plants etc.; taking into account variables such as: soil, cultivation, climate, pests, fertilization, weed, insect and disease control.

**Keywords:** automation, water balance, multicultural, irrigation.



# **LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y HERRAMIENTAS TIC DE APOYO**

FREDYS A. SIMANCA H.  
JAIME PÁEZ PÁEZ  
EDGAR DÍAZ CABIATIVA  
JOSÉ VICENTE PALACIO

Simanca H., Fredys A., autor

La agricultura de precisión y herramientas TIC apoyo / Fredys A. Simanca H. [y otros tres] --  
Primera edición -- Bogotá : Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia, 2023.  
224 páginas. -- (Colección general de investigación)

Incluye datos curriculares de los autores -- Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-760-414-6 (impreso) -- 978-958-760-416-0 (pdf) -- 978-958-760-415-3 (e-pub)

1. Agricultura de precisión - Investigaciones - Colombia 2. Innovaciones agrícolas -  
Investigaciones - Colombia 3. Productividad agrícola - Colombia 4. Tecnología agrícola - Colombia  
5. Buenas prácticas agrícolas - Colombia 6. Riego - Control integrado 7. Administración agrícola  
I. Páez Páez, Jaime Alberto, autor II. Díaz Cabiativa, Edgar, autor III. Palacio, José Vicente, autor

CDD: 338.1609861 ed. 23

CO-BoBN- a1108792

### **La agricultura de precisión y herramientas TIC de apoyo**

© Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, febrero de 2023.

© Fredys Simanca, Jaime Páez Páez, Edgar Díaz Cabiativa y José Vicente Palacio

ISBN (impreso): 978-958-760-414-6

ISBN (PDF): 978-958-760-416-0

ISBN (EPUB): 978-958-760-415-3

DOI: <https://doi.org/10.16925/9789587604153>

### **Colección general de investigación**

Recepción: 3 de marzo de 2021

Evaluación de contenidos: 17 de diciembre de 2021

Corrección de autor: 4 de julio de 2022

Aprobación: 19 de julio de 2022

### **Fondo editorial**

Director Nacional Editorial, Julián Pacheco Martínez

Especialista en Edición de Libros, Camilo Moncada Morales

Especialista en Edición de Revistas Científicas, Andrés Felipe Andrade Cañón

Especialista en Gestión Editorial, Daniel Urquijo Molina

Analista Editorial, Claudia Carolina Caicedo Baquero

### **Proceso editorial**

Corrección de estilo y lectura de pruebas, María Elvira Mejía Pardo

Diagramación y diseño de portada, María Paula Berón

Impresión, Shopdesign S. A. S.

Impreso en Bogotá, Colombia.

Depósito legal según el Decreto 460 de 1995.

### **Nota legal**

Todos los derechos reservados. Ninguna porción de este libro podrá ser reproducida, almacenada en algún sistema de recuperación o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio –mecánicos, fotocopias, grabación y otro–, excepto por citas breves en textos científicos, sin la autorización previa y por escrito del Comité Editorial Institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia.

# CONTENIDO

<b>PRÓLOGO</b>	<b>21</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>25</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>31</b>
Agricultura	32
Historia de la agricultura	32
Tipos de agricultura	35
La agricultura en Latinoamérica	37
Técnicas de agricultura	40
Agricultura en el siglo XXI	50
Agricultura de precisión	50
Evolución de la agricultura de precisión	56
<b>LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN Y LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN</b>	<b>65</b>
Herramientas TIC de mayor importancia para el manejo de la agricultura de precisión	69
Ventajas de la agricultura de precisión	75
Metodologías de agricultura de precisión	77
¿Cómo puedo implementar la tecnología en las actividades agrícolas?	79
¿Por qué utilizar satélites para el mapeo?	80

Herramientas de precisión más usadas en la agricultura de precisión	81
Otras tecnologías que hacen que la agricultura sea más productiva y eficiente	90
<b>ESTADO ACTUAL DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN COLOMBIA</b>	<b>93</b>
Aplicación de plataformas y otras herramientas en la agricultura de precisión en Colombia	97
Empresas dedicadas a la agricultura de precisión en Colombia	115
<b>DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN Y PROTOTIPO DE CONTROL DE RIEGO EN CULTIVOS</b>	<b>125</b>
Contextualización teórica	136
Componentes del suelo	141
Diseño del circuito	146
Diseño del software	152
Diseño de la maqueta	156
Instalación de aplicación	158
<b>HERRAMIENTA DE APOYO A LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN A PARTIR DE IMÁGENES ADQUIRIDAS DESDE UN DRON</b>	<b>165</b>
Descripción del problema	165
Objetivos	168
Metodología	169
Desarrollo del proyecto	171
Presentación de la herramienta	177

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>203</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>207</b>
<b>PERFIL DE LOS AUTORES</b>	<b>221</b>
Fredys Alberto Simanca Herrera	221
Jaime Alberto Páez Páez	221
Edgar Camilo Díaz Cabiativa	222
José Vicente Palacio Hernández	222

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Impacto de la agricultura industrial en el medio ambiente	42
Figura 2. Agricultura mundial.	46
Figura 3. Agricultura ecológica desde 1999 al 2017 crecimiento de las hectáreas	48
Figura 4. Etapas de la agricultura de precisión	54
Figura 5. Método de riego por surcos	59
Figura 6. Queen Bee	62
Figura 7. Tipos de aeronaves no tripuladas	63
Figura 8. Árbol de descomposición de los principales usos e impulsores de la demanda de los productos básicos agrícolas en el ámbito mundial	68
Figura 9. Plan TIC y cumplimiento de ODS	70
Figura 10. Evolución de los Sistemas de Información Geográfica	71
Figura 11. Sistemas TD O RS de percepción remota	72
Figura 12. Beneficios de la agricultura de precisión	76
Figura 13. Alta tecnología de agricultura de precisión	77
Figura 14. Big Data	78

Figura 15. Seguimiento de la señal de cuatro satélites para la obtención de posición 3D	81
Figura 16. Coordenadas proporcionadas por un receptor con precisión	83
Figura 17. Montaje de sensores GreenSeeker al frente de la maquinaria	85
Figura 18. Cosechadora equipada con monitor de rendimiento. Ubicación del sistema de posicionamiento global y sensores	86
Figura 19. Composición de color de una imagen obtenida por el satélite	88
Figura 20. Un sistema de innovación agrícola	96
Figura 21. Representación del marco de los AKIS	97
Figura 22. Algunos agricultores del departamento aprovechan los diferentes sitios web y las plataformas creadas por los gremios para aplicar las recomendaciones en sus cultivos	98
Figura 23. Visión integral de riesgos agropecuarios	104
Figura 24. Hectáreas cultivadas con banano de exportación en Colombia (2011-2016)	107
Figura 25. Principales exportaciones agrícolas de Colombia 2015	107
Figura 26. Tecnología de punta en el cultivo de arroz	111
Figura 27. Comparativo consumo de fertilizantes	112
Figura 28. Equipos utilizados para agricultura de precisión	119
Figura 29. Equipos tecnológicos-químicos de AGQ Labs	119
Figura 30. Transformar imágenes en conocimientos.	123
Figura 31. Las tres etapas de la agricultura de precisión AGCO 2005	126

Figura 32. Los elementos del sistema de agricultura de precisión	127
Figura 33. Adopción de herramientas precisas en salta y Jujuy en el período 2016-2017	131
Figura 34. Riego por aspersión	139
Figura 35. Partes de un equipo de riego por aspersión	139
Figura 36. Riego por goteo	140
Figura 37. Riego por Microjet	141
Figura 38. Componentes del suelo	142
Figura 39. Tipo de suelo	142
Figura 40. Capacidad de almacenamiento de agua	143
Figura 41. Estimación de textura del suelo para sistemas de riego	143
Figura 42. Evapo- transportación	144
Figura 43. Módulo RELE	150
Figura 44. Activiv Main	150
Figura 45. Activity de válvulas	151
Figura 46. Configuración de válvulas	151
Figura 47. Activiv Maps	152
Figura 48. Arquitectura de aplicación	155
Figura 49. Configuración de instalación	156
Figura 50. Compilación de microcontrolador	157
Figura 51. Tomas de corriente eléctrica	157
Figura 52. Interruptor	158

Figura 53. Compilación de microcontrolador	158
Figura 54. Icono de aplicación	159
Figura 55. Ventana de interfaz gráfica	160
Figura 56. Configuración de tiempo	160
Figura 57. Programación de válvulas según días	161
Figura 58. Configuración de tiempo	162
Figura 59. Establecer hora	162
Figura 60. Crear usuario	179
Figura 61. Usuario creado	180
Figura 62. Registrado	180
Figura 63. Activación de la cuenta	181
Figura 64. Iniciar sesión	182
Figura 65. Error de validación	182
Figura 66. Acceso a usuarios	183
Figura 67. Usuarios asignados	184
Figura 68. Usuario actualizado	184
Figura 69. Opciones del rol técnico experto	185
Figura 70. Configuración	186
Figura 71. Datos básicos	186
Figura 72. Módulo de configuración	187
Figura 73. Módulo de configuración, direccionar	187

Figura 74. Módulo de configuración, visualización	188
Figura 75. Módulo de servicios y métrica	188
Figura 76. Etapas del cultivo	189
Figura 77. Cálculo para el cultivo	189
Figura 78. Descripción de la etapa del cultivo	190
Figura 79. Históricos de etapas	191
Figura 80. Métrica de históricos de etapas	192
Figura 81. Humedad del terreno	193
Figura 82. Cálculo de la humedad del terreno	194
Figura 83. Humedad calculada	194
Figura 84. Históricos de humedad	195
Figura 85. Históricos de humedad terreno	196
Figura 86. Históricos de humedad del terreno	196
Figura 87. Causas y sugerencias	197
Figura 88. Salud de las plantas	198
Figura 89. Cálculo de salud de las plantas	199
Figura 90. Cálculo del estado de salud de la planta	199
Figura 91. Histórico de salud de plantas	200
Figura 92. Histórico de salud de plantas	201
Figura 93. Síntomas y soluciones	202

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. La agricultura ecológica mundial	44
Tabla 2. Subgrupos de riesgos agropecuarios	104
Tabla 3. Registro de los desastres registrados en Colombia durante el periodo de 1900 a julio de. 2017 (cifras de daño expresadas en valores corrientes).	105
Tabla 4. Zonas de cultivo de palma en Colombia.	110





## PRÓLOGO

La producción agrícola depende, en gran medida, de factores relacionados con el agua y el suelo, que deben utilizarse cada vez con una mayor eficacia. La agricultura de precisión hace uso del conjunto de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), lo cual permite gestionar de forma eficaz estos recursos.

En las primeras páginas de esta publicación se encontrará con una revisión de la literatura, todo un tratado sobre la agricultura de precisión, tipos, técnicas, la evolución de la agricultura, el cual es el tema central de esta publicación. Luego, se presenta una integración de las tecnologías de la información con la agricultura de precisión como una estrategia de gestión que integra las TIC para recopilar datos útiles de diversas fuentes, con el objetivo de apoyar las decisiones asociadas a la producción de cultivos, la optimización en el uso de agua, fertilizantes, herbicidas y pesticidas, así como la mano de obra requerida.

En este sentido, un agricultor necesita considerar una variedad de parámetros, como el rendimiento del cultivo, la disponibilidad de agua, el riego y, desde este punto de vista, se construyó una “app y prototipo de control de riego en cultivos”, como herramienta de apoyo a la agricultura de precisión a partir de imágenes adquiridas desde un *drone*. Es de resaltar la popularidad de los vehículos aéreos no tripulados

(UAV), debido a su facilidad de operación, versatilidad y pilotaje sin riesgos para la persona.

Por último, pero no menos importante, para el desarrollo de la aplicación se implementan los principios de ciclo de vida de desarrollo de *software*, así como el uso de estrategias y buenas prácticas en cada una de las fases planteadas para el desarrollo del proyecto; asimismo, se tuvieron en cuenta la configuración de roles y actualización de datos en la plataforma Wit Farming, en la cual se pueden agregar, habilitar y deshabitar roles al usuario, como también actualizar la información básica y personal entre otros.

Place encontrar dentro de la literatura nacional un documento orientado al sector de los agricultores colombianos y, a su vez, la agricultura de precisión que ha demostrado ser un área muy investigada, que progresa constantemente, debido a las necesidades de los sembradores de utilizar más los recursos. Este tipo de apuestas están orientadas a ofrecer beneficios a uno de los sectores productores de alimentos, además, está apalancada por emprendimientos y apoyo base tecnológica, donde está la agricultura como actor del ecosistema de la cadena alimenticia, la cual demanda cada vez más alimentos de mejor calidad y costos reducidos.

El texto de Simanca, Paez, Díaz y Palacio sirve como una guía para conocer y establecer un contacto, para aprender a ligar ese mundo donde se vive, con el fin de crear estrategias que suavicen las dificultades de las personas en el campo, las cuales también ayudan al desarrollo de la sociedad, por ello, determinan que las TIC requieren ciertas características especiales, cuando se trata de implementarlas para la agricultura de precisión.

Para finalizar, se extiende las más sinceras felicitaciones al equipo de profesores que trabajó en el libro, el cual se une a otros que se han elaborado en la misma temática; sin embargo, siendo resultado de un proceso investigativo, será una herramienta para fundamentar posteriores trabajos en el área, así como para motivar a otros actores a ser entes activos con el fin de que se pueda lograr un mayor acercamiento de los agricultores a las tecnologías.

Miguel Ángel Bejarano





## INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) han permeado casi todos los procesos de la vida de las personas; por su parte, la agricultura ha experimentado de manera similar esta evolución. Las TIC se han convertido en un actor indispensable en los modelos de negocios de los agricultores y esto ha permitido el aumento de la inserción de desarrollos tecnológicos en los procesos de agricultura. Adicional, la globalización ha llevado a que los agricultores se vean obligados a utilizar tecnologías en sus cultivos para aumentar la eficiencia y poder disminuir costos de producción.

La agricultura de precisión se refiere al proceso de agricultura que permite hacerla más precisa y controlada. Al respecto, un componente importante de este proceso es la gestión agrícola mediante el uso de las TIC, entre ellos una amplia gama de elementos tecnológicos como: uso de GPS, sistemas de control, sensores, robótica, drones, vehículos autónomos, *hardware* automatizado, telemática y *software*.

Si bien es cierto que la agricultura de precisión se refiere al uso de la tecnología en los procesos de los distintos cultivos, es también claro que los agricultores colombianos tienen dificultades para el uso de tecnologías en sus procesos (Departamento Nacional de Planeación, 2015); esto ha llevado a que sea complicado competir en la esfera internacional con

otras economías que sí han podido incluir en sus procesos agrícolas estos elementos tecnológicos o que sus Gobiernos han implementado y apoyado políticas económicas para lograr que sus agricultores produzcan productos agrícolas de una manera más eficiente y con una mayor disminución en los costos de producción.

Para los agricultores colombianos sería importante poder tener procesos que les permitan trabajar sus cultivos mediante el uso de las tecnologías mencionadas anteriormente, ya que les permitiría ser más competitivos y ser autosuficientes en sus procesos y poder estar a la par con productores de otros países.

El presente proyecto pretendió desarrollar una aplicación como herramienta de *software* que les permita a los agricultores colombianos tener elementos tecnológicos, en este caso, un *software* que les ayude con el análisis de datos en sus cultivos para una mejor toma de decisiones; por esta razón se presenta el siguiente libro, cuyo propósito es mostrar un prototipo funcional, con base en la integración de tres tecnologías: computación, comunicaciones y electrónica para automatizar el control del riego para sistemas cerrados o abiertos. Para ello, se desarrolló un *software* que envía señales digitales de salida de una computadora hacia un dispositivo electrónico, para accionar los dispositivos físicos de riego y complementarios. Se integró un subsistema de comunicación bidireccional PC-Modem GSM-celular, que permite encender/apagar un dispositivo mediante comandos remotos desde un teléfono celular, como también el envío de alarmas y avisos que indican el estado actual del sistema, por medio de mensajes de texto vía celular y correos electrónicos, con el fin de ofrecer a través de la plataforma Wit Farming, una aplicación o plataforma web, diseñada, para que los pequeños, medianos y grandes agricultores de forma fácil y rápida puedan llevar el control de sus cultivos y terrenos, siendo una herramienta tecnológica

que permitirá el monitoreo del nivel de humedad del terreno, la altura y salud de las plantas entre otras variables.

Por consiguiente, el libro se estructura de la siguiente manera: el capítulo 1 trae un marco teórico general de los orígenes de la agricultura y de lo que es la agricultura de precisión. Esta última es una actividad de gestión de terrenos agrícolas, establecido en los cambios variables del campo, cuyo factor sustancial radica en el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS), drones, sensores, satélites e imágenes aéreas apoyadas por un sistema de información geográfica (SIG) para estimar, evaluar y analizar cambios, que se convierten en variantes que tasan la cantidad de abonos, pesticidas, herbicidas, nutrimentos, costos y productos requeridos en una producción agraria (Ochoa Duarte y Cangrejo, 2018).

El capítulo 2 aborda específicamente el uso de las TIC en la agricultura de precisión, se analiza el estado del arte en lo que respecta al uso de las TIC en los procesos de agricultura, teniendo como objetivo el análisis del manejo de la variabilidad espacial y temporal del agroecosistema, con el interés de incrementar los retornos económicos; aumentar el rendimiento del cultivo; mejorar la calidad y trazabilidad de los productos; y en muchos casos, disminuir el uso de insumos y contribuir en la reducción del impacto ambiental.

El capítulo 3 hace un levantamiento del estado del arte de la situación actual de la agricultura de precisión en Colombia, cuyas rutinas de ejecución de cultivos se siguen realizando de manera tradicional, en general, y muy poco tecnificadas, tal como se ha comprobado en el cultivo de papa en todo el altiplano Cundiboyacense, donde los cultivos sufren los rigores del tiempo por las bajas temperaturas, lo que perjudica a los campesinos, quienes se exponen a perder sus productos debido a la falta de apoyo tecnológico, el cual les sería de mucha utilidad y así poder contar con herramientas tecnológicas para proteger sus

cosechas, teniendo, además, el apoyo de agrónomos que les enseñen a proteger los sembradíos (Rendón Sustaita *et al.*, 2017).

El capítulo 4 presenta el diseño de un prototipo de control de riego administrado por medio de una *app* de manera remota, basado en una programación que involucra un lenguaje práctico desarrollado en aplicativos móviles, así como elementos tecnológicos que permitieron el desarrollo de un control, en cuanto a cantidades y tiempo de riego en los cultivos, lo que garantiza un riego apropiado y en justa medida, produciendo, a su vez, caudales al máximo que generarán un control automático del riego para las plantas evitando el gasto innecesario de agua. Para ello se implantó un circuito ensamblado con el microcontrolador ESP8266, compuesto básicamente por tres elementos: el primero de ellos es la placa de desarrollo NodeMCU, que es la encargada de conectarse al servidor con el fin de escuchar las peticiones que el usuario ha enviado a través del aplicativo, descargando la información de los archivos (JSON). El siguiente componente que encontramos en el circuito es un módulo de reloj DS3231 RTC de precisión, ya que cuenta con un oscilador de cristal (TCXO) integrado. Adicionalmente, incorpora una batería para mantener el cronometraje preciso, incluso, cuando se interrumpe la alimentación principal en el sistema de riego, lo anterior va acompañado de las electroválvulas instaladas a un huerto casero para realizar las pruebas del aplicativo.

Por último, en el capítulo 5 se presenta el diseño de una herramienta de *software* de *Machine Learning*, a través de una plataforma web, para la gestión de cultivos agrícolas, basado en el concepto de *Wit Farming*; este hace referencia a una solución tecnológica que está diseñada con un modelo lógico de aprendizaje a partir de redes neuronales convencionales que permite tomar las fotos geoetiquetadas desde un dron y realizar con ellas análisis de nivel de humedad del terreno, altura de las plantas y salud de las plantas. Adicionalmente, este servicio controla y maneja la

organización, la cual abarca los siguientes beneficios: modificar los datos de la organización, crear usuarios nuevos y actualizar su información, activar y desactivar un usuario, manejo del control de los roles del usuario, históricos de cada uno de los análisis, podrá tener múltiples cultivos asociados y, asimismo, múltiples modelos de aprendizaje por cultivo asociado.

Este proyecto, además, permitió evidenciar que el productor colombiano se enfrenta a una serie de dificultades cuando de regar sus cultivos se trata; al respecto, se podrían enumerar varios factores como: el tiempo, la cantidad de agua que debe suministrar, la evapotranspiración y otros que inciden directamente en el cuidado de un cultivo. Lo anterior hace que el trabajo desarrollado por ellos sea una tarea dispendiosa y con un proceso mayor de tiempo. Por lo tanto, con el desarrollo de este proyecto se pudo determinar que el uso de la información se puede monitorear remotamente en línea a través de una aplicación gráfica, así como de dispositivos de acceso a internet con una unidad de sensor inalámbrico, que se compone de un tranceptor de RF, sensores, un microcontrolador y fuentes de alimentación.

Lo anterior permite un trabajo más práctico para los campos agrícolas, dispuestos a mejorar su actividad, así como para lograr competir a una escala mayor en el mundo globalizado, que no da espera al avance tecnológico. Por consiguiente, es necesario empezar a realizar esfuerzos desde la academia para lograr que los agricultores tengan estas herramientas que sirva de base para un mejor aprovechamiento de sus cultivos.