

Análisis del internet de las cosas para la automatización del campo agrícola: estudio de caso Milagro – Ecuador

Analysis of the internet of things for the automation of the agricultural field: a case study in Milagro Ecuador

Análise da internet das coisas para a automação do campo agrícola: um estudo de caso em Milagro Equador

Ivette Martillo Alchundia

ismartillo1607@hotmail.com

Universidad Agraria del Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-2195-3914>

Sonnia Viviana Gómez Pereira

sgomez@tecnologicoargos.edu.ec

Instituto Superior Tecnológico Argos

<https://orcid.org/0000-0002-0513-0512>

Alberto Yitzak Lozano Sacoto

yitzaklozano121@gmail.com

Universidad Agraria del Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-8922-303X>

RESUMEN

El Internet se constituye en uno de los fenómenos más importante que de forma conjunta con la evolución de aparatos tecnológico, ha demostrado que las personas puedan controlar y monitorear las cosas desde otros lugares. Todo esto ha permitido que quienes se dedican a la agricultura, piensen en incorporar estos elementos en la labor agrícola para la mejora de la calidad y productividad de sus cultivos. El siguiente análisis, se trata de demostrar la factibilidad del uso del internet en los sistemas operativos del sector agrícola con el uso de sensores que a través de la programación en la placa NodeMCU, la cual envía datos a una plataforma gratuita de Internet of Things o IoT (por sus siglas en inglés), y con la ayuda de un bot creado en Telegram, la persona puede recibir mensajes sobre el estado del suelo de la plantación y realizar el riego cuando sea necesario a través de esta programación de comandos. Además, se realizó una investigación documental con el propósito de dar un fundamento teórico, así como se realizó encuesta a 50 agricultores y 10 empresas que distribuyen insumos y aparatos tecnológicos para el campo agrícola, con la intención de conocer si están utilizando IoT y automatización de procesos.

Palabras clave: Sistema IoT, monitoreo de cultivo, automatización.

ABSTRACT

The Internet is one of the most important phenomena that, together with the evolution of technological devices, has shown that people can control and monitor things from other places. All this has allowed those who are dedicated to agriculture, to think about incorporating these elements into agricultural work to improve the quality and productivity of their crops. The following analysis tries to demonstrate the feasibility of using the Internet in the operating systems of the agricultural sector with the use of sensors that, through programming on the NodeMCU board, send data to a free Internet of Things platform or IoT (for its acronym in English), and with the help of a bot created in Telegram, the person can receive messages about the status of the plantation soil and perform irrigation when necessary through this command programming. In addition, documentary research was carried out with the purpose of giving a theoretical foundation, as well as a survey of 50 farmers and 10 companies that distribute inputs and technological devices for the agricultural field, with the intention of knowing if they are using IoT and automation of processes.

Key words: IoT system, crop monitoring, automation.

RESUMO

A Internet é um dos fenômenos mais importantes que, juntamente com a evolução dos dispositivos tecnológicos, mostrou que as pessoas podem controlar e monitorar coisas de outros lugares. Tudo isso tem permitido a quem se dedica à agricultura, pensar em incorporar esses elementos no trabalho agrícola para melhorar a qualidade e a produtividade de suas lavouras. A análise a seguir tenta demonstrar a viabilidade do uso da internet nos sistemas operacionais do setor agropecuário com o uso de sensores que através de programação na placa NodeMCU, que envia dados para uma plataforma gratuita de Internet das Coisas ou IoT (para sua acrônimo em inglês), e com a ajuda de um bot criado no Telegram, a pessoa pode receber mensagens sobre o estado do solo da plantação e realizar a irrigação quando necessário através desta programação de comandos. Além disso, foi realizada uma pesquisa documental com a finalidade de dar embasamento teórico, bem como um levantamento com 50 agricultores e 10 empresas distribuidoras de insumos e dispositivos tecnológicos para o campo agrícola, com o intuito de saber se estão utilizando IoT e automação de processos.

Palavras-Chave: Sistema IoT, monitoramento de safra, automação.

1. INTRODUCCIÓN

El avance de la informática y el internet ha permitido que la sociedad evolucione a pasos acelerados. En este sentido, con todas las condiciones e infraestructura tecnológica que tiene la humanidad, es contraproducente no pensar en un sistema automatizado que permita cuidar y mejorar el sistema de los cultivos agrícola en la zona de Milagro.

En la actualidad es evidencia el crecimiento que se tiene en la automatización de las actividades en el campo agrícola. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, los sistemas mecánicos automatizados en la parte agrícola ayuda aumentar la productividad tanto de la tierra como las explotaciones agrícolas en pequeña escala (FAO, 2017).

De acuerdo con lo que establece Vite et al (2018), indican que estos últimos avances que se vienen dando aportan de manera eficiente en los diferentes procesos donde se la utiliza. Que el internet de las cosas o por sus siglas en inglés IoT, ha permitido evolucionar y mejorar los procesos de las industrias entre las que se encuentra la agricultura, con la utilización de estos sensores que miden la humedad hasta reconocer plagas. Con esto coincide Gómez (2018), quien expresa que estas herramientas permiten un ahorro del 30% de acuerdo al costo de producción.

(Sancho A. , 2018); “el IoT es una revolución como en su momento lo fue el ferrocarril”, lo que, en esencia se concibe el IoT como el paso a seguir para la modernización en el campo y el sector agricultor. De acuerdo a estudios realizados por otros expertos, se concibe que la clave para aumentar la producción agrícola sea la aplicación de tecnologías IoT lo que permitiría aumentar en un 70% la producción global de comida. Esto sería un impacto positivo para la proyección del año 2050, en el que se estima que el mundo tendría una población de 9.5 billones de personas.

A nivel internacional ya existen investigaciones que hablan de la aplicación de IoT y su automatización de procesos, donde se ha implementado en viveros de café y jardines, que de acuerdo con Apaza & La Torre (2017), esto ha sido con el objetivo de ahorrar agua y tiempo de trabajo.

Con respecto a los avances en esta materia en América Latina y el Caribe se evidencia una evolución lenta que obedece a la baja implementación tecnológica. Esto se constata con las cifras que se tienen desde la década de los 90, en las que se muestra aproximadamente 8.3% de participación en exportaciones agroalimentarias en el mundo, mientras que en el año 2015 esta cifra se elevó tan solo al 13.8% según la FAO.

En un estudio realizado en el Ecuador sobre sistemas de riego automatizados en jardines, se constata la viabilidad de la implementación de estos sistemas, debido a que permite el ahorro de agua entre gastos logísticos. En este sentido, estos sistemas facilitan la optimización del control de calidad de plantas y mejoramiento de la salud pública, lo que para Gómez et al (2017), estos procesos son muy importantes debido a que permite monitorear el cambio climático, controlar las variables medioambientales para monitorear las emisiones de CO₂ dentro de un área urbana.

Se evidencia en este sentido, que uso del internet de las cosas en el sector agrícola, permite recolectar datos que pueden ayudar a encontrar mayores oportunidades para optimizar el funcionamiento de la planta y mejorar su productividad (Cruz et al. 2015). Un ejemplo de lo que se ha mencionado, es la investigación de la pequeña empresa de Champiñones Varablanca S.A. compañía dedicada al cultivo y comercialización de cultivos de champiñones, que creó una solución llamada Open Champi, y usando la tecnología de software y hardware libre mejoró la calidad y producción de sus cultivos.

En la ciudad de Milagro no existe la utilización de este sistema que facilitaría los procesos de producción en la agricultura. Esto se debe a que el agricultor no conoce el manejo de este tipo de datos que permite ahorro e incremento de producción, ni tampoco la conocen las empresas que distribuyen insumos y aparatos tecnológicos para la agricultura, por lo que la opción de empezar a implementar tecnologías de automatización en el sector agrícola de esta zona es necesaria.

En este estudio se plantea analizar el efecto de la implementación de estas tecnologías inclinándose al concepto de la transformación tecnológica digital, con el objetivo de reducir el consumo de agua y gastos logísticos, para solo realizar la irrigación del suelo cuando sea necesario.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

Sistema IoT:

Según Quiñonez (2019), el Internet de las cosas (IoT) configura la evolución del internet debido a que interrelaciona de forma inteligente la operación entre objetos que pueden acceder a información, capturas, almacenamiento y procesos de datos para interactuar con las personas, o con otros sistemas para crear ambientes inteligentes. Los dispositivos conectados ayudan a los agricultores a conocer cómo está su cultivo en tiempo real y de forma sencilla. En este contexto, para Salazar & Silvestre (2016) esto también puede ser una plataforma en donde se comunican electrónicamente y comparten información varios dispositivos.

(Gómez, 2018), “el Internet of Things o IoT está transformando el desarrollo, procesos y la forma de funcionar en las industrias, entre las que se encuentra la agricultura”. Este sistema se refiere a los objetos cotidianos que tienen una particularidad debido a que poseen sensores, circuitos integrados y conectividad que les permite recolectar e intercambiar datos entre ellos, a estos objetos se les denominan dispositivos inteligentes debido a que son capaces de realizar monitoreo, control, optimización y automatización.

En la actualidad, es importante entender que los procesos en la agricultura tradicional se han transformado y esto se debe a la necesidad de cubrir las demandas productivas para el incremento del consumo humano. Por esta razón, la integración de IoT en este sector es una estrategia de vital importancia. Sushanth & Sujatha (2018) indican que el campo de la agricultura utiliza el 85% del agua dulce y que este porcentaje seguirá siendo dominante debido al crecimiento de la población y al aumento de los alimentos demanda

El análisis de datos en tiempo real es fundamental para mejorar el rendimiento y aprovechar unos preciados recursos, lo cual Heble et al. (2018) mencionan que la implementación de estas tecnologías debe ser de bajo costo para que sea asequible para los agricultores y de esta manera su implementación sea pronta.

Monitoreo de cultivo:

El monitoreo de cultivo nace con la industria 4.0, que es la evolución de la industria a través de la unión o fusión del proceso industrial con el internet mediante la implementación de dispositivos inteligentes con características o identidades digitales propias para facilitar su monitoreo y control a distancia (Basco; Beliz; Coatz; Garneró, 2018). En este sentido, los científicos y organizaciones a nivel mundial se enfrentan a crear nuevas alternativas de alimentación y nutrición a una población que cada vez crece con recursos determinados (Dussán; Vanegas; Chavarro; Molina, 2016)

El uso del internet en el sistema operativo con el uso de sensores que a través de la programación en la placa NodeMCU, permite enviar datos en una plataforma gratuita de internet que ayuda a monitorear y la evaluar el cultivo y que resulta determinante para una efectiva toma de decisiones (Mohanraj, 2012).

Para (Mohammed Al-Hadithi 2016), los cultivos que están protegidos y monitoreados dan la posibilidad de controlar el clima y los aspectos físico - químicos, para lograr mejorar la productividad. La adaptabilidad y la viabilidad de usar estos avances en el control de los cultivos, es posible a través de las IoT integrar objetos físicos con sistemas basados en computadoras.

Los resultados del monitoreo de cultivos en Europa, en especial en el mediterráneo se ve reflejado en su incremento de este tipo de cultivos, después de China (Cama-Pinto. 2014). En Norte América se puede evidenciar el uso de sistemas de control de crecimiento a través de imágenes aéreas o satélites, con las que se buscan controlar la altura de los diferentes cultivos en grandes extensiones (Chang, 2017).

En el Ecuador se evidencia investigaciones y proyectos enfocados en el desarrollo de aplicaciones destinadas al control y manejo de cultivos, usando este tipo de plataformas en cultivos extensivos de precisión aplicables a la caña de azúcar (Orozco & Llano, 2016).

Automatización:

Al hablar de automatización nos referimos al uso de la tecnología para realizar sistemas operativos a través de la utilización programa digital sin la necesidad de la operatividad de personas. Se puede Aplicar la automática en cualquier sector en el que se llevan a cabo tareas repetitivas a través de un proceso o a un dispositivo (Cordova, 2006).

El concepto de la palabra automatización viene del griego autos que significa por sí mismo y mioma que significa alanzar que corresponde a la necesidad de minimizar la intervención humana en los procesos de gobierno directo en la producción (Gutiérrez et al., 1994).

Merriam desarrolla una definición en la cual explica que automatización se refiere a: método de controlar automáticamente la operación de un aparato artefacto, proceso o sistema integrado por diversos componentes a través de medios mecatrónicas electrónicos y computacionales que sustituyen los Órganos sensitivos y la capacidad de decisión del ser humano (ST Derby, 2005, pp. 8).

En la automatización existe una convergencia de tres tecnologías: mecánica, electrónica e informática, que gradualmente han venido tejiendo una convergencia reticular como es el universo específico de la mecatrónica, como se esquematiza en la Figura 1 (Facultad de Ingeniería y Ciencias - Proyecto de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Nacional. 2001).

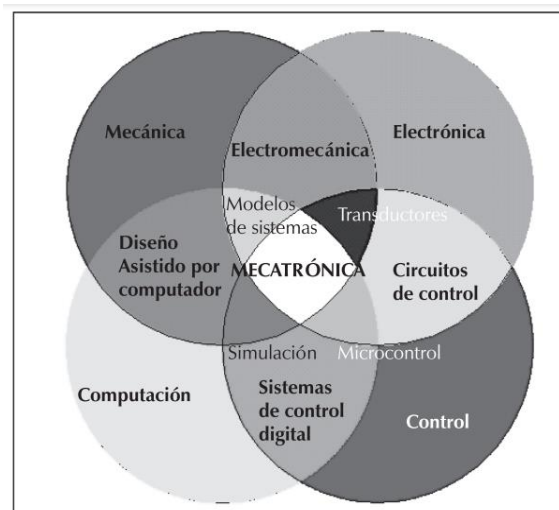


Fig. 1: Automatización

La automatización juega un rol muy importante en los procesos de la agricultura debido a que es de mucha ayuda y de importancia por las mejoras de las labores agrícola, la calidad y productividad

del cultivo. Las máquinas automatizadas (tecnología), cada vez demuestran mayor relevancia para el trabajo productivo que se genera en la agricultura. Cabe indicar que los procesos de adaptabilidad son clave para la actividad agrícola y en la actualidad todas las labores agrícolas están en una posición para aprovechar los avances de la informática y el internet, con el objetivo de realizar todos los esfuerzos necesarios con el fin de fortalecer esa posición en el mundo.

3 PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

Para realizar el presente análisis de la investigación que nos ocupa, el proceso de recolección de información se consideró importante la revisión bibliográfica en la cuál se indagó en investigaciones documentales o registro referente a este sistema operativo en la agricultura.

La primera fase de este proceso estuvo direccionada al levantamiento de la información en diferentes bases de datos, repositorios o motores de búsqueda para tener una adecuada y válida información que permitieron indagar sobre el estado actual de las tecnologías en la agricultura a nivel mundial, en el Ecuador, y si existen investigaciones en la ciudad de Milagro, con el fin de realizar la estadística necesaria para el análisis.

La segunda fase del estudio se identificó temáticas del corpus documental elegido, que permitan deducir un profundo análisis de las tecnologías en agricultura y entender la importancia para el sector agrícola en base al aumento poblacional a nivel mundial.

Como tercera fase para conocer la utilización del internet de las cosas para la automatización del campo agrícola en la ciudad de Milagro, se realizó una encuesta que se dividió en dos sectores: 50 agricultores y 10 empresas que distribuyen insumos y aparatos tecnológicos para el campo agrícola de la ciudad de Milagro, con el propósito de conocer si agricultores o empresas en la ciudad han instalado este sistema en la parte agrícola para su productividad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se constata que en la actualidad se hace énfasis en la necesidad de encontrar nuevas y mejores maneras para el adecuado manejo de la producción agrícola, lo que es fundamental promover estos nuevos procesos que son más eficientes en el método de control para los cultivos, que permiten lograr mejorar la calidad y el ahorro de los insumos usados en todo el proceso de crecimiento de los diferentes cultivos.

En la Universidad del Quindío, Colombia, se implementó un sistema de instrumentación para el invernadero de la unidad agro ecológica La Aldana (Muñoz y Buitrago 2011). En este sistema se hace la medición de variables físicas como temperatura, humedad relativa y humedad del suelo. Luego con estos datos proporcionados son controlados al interior del invernadero y de manera simultánea se realiza el monitoreo inalámbricamente, desde el cual dependiendo de los datos activa de forma autónoma un sistema de control de goteo por histéresis el cual racionaliza el uso del agua del cultivo.

También se evidenció el trabajo de control de variables medioambientales en áreas urbanas (Gómez et al, 2017), en la que a través de estaciones de monitoreo se recolecta información y luego es puesta a disposición de la población y las autoridades competentes. Esto evidencia que en otras partes del mundo se desarrollan iniciativas que aprovechan este tipo de trabajos y que tienen como propósito el mejoramiento de su capacidad alimentaria.

La implementación de estos sistemas como los relacionados con la monitorización para cultivos en invernaderos (Cama-Pinto, 2014), que busca el control de los diferentes parámetros inmersos en el

crecimiento de los cultivos a través del uso e implementación de redes de sensores y control de actuadores, ayudan a hacer efectivo control y crecimientos de estos cultivos.

La segunda etapa que corresponde identificar temáticas que permitió indagar y establecer el estado actual de las tecnologías aplicadas en agricultura, de modo que se hace especial énfasis en la región de América Latina. En este sentido, se elaboró una figura que resume lo que se encontró en la búsqueda sistemática por dominio de aplicación (ver Fig. 1), se logró establecer una localización de los documentos lo que permitió el análisis para, posteriormente, describir las tecnologías que se utilizan en IoT en la actualidad, y de manera específica en el sector agricultor.

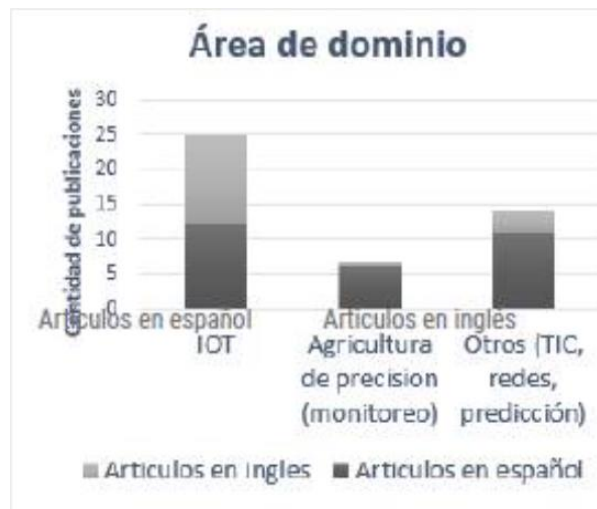


Fig. 2: Documentos indagados por áreas e idioma de publicación.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante las encuestas realizadas para conocer la utilización del internet para la automatización de la agricultura fueron las siguientes:

Tabla 1. Resultados de la encuesta realizada a los agricultores

Preguntas	Escala de respuesta			
	Nada	Poco	Mucho	Total
¿Considera usted importante la tecnología para la agricultura?	40	5	5	50
	80%	10%	10%	100%
¿Conoce la aplicación de IoT y automatización de procesos agrícolas?	Nada	Poco	Mucho	Total
	50	0	0	50
	100%	0%	0%	100%
¿Qué tipo de proceso para la producción agrícola utiliza?	Tradicional	Tecnológica	Combinado	Total
	45	5	0	50
	90%	10%	0%	100%
Aplica aparato eléctrico para alguna fase de su proceso en la agricultura, mencione: ¿cuál?	Ninguno	Dron	Computadoras	Total
	40	5	5	50
	80%	10%	10%	100%
¿Le interesaría que los capacitaran sobre la aplicación IoT para la automatización agrícola?	Nada	Poco	Mucho	Total
	20	10	20	50
	40%	20%	40%	100%
¿Que incide en que usted no implemente un sistema tecnológico para la producción agrícola?	Costumbre en lo tradicional	Dinero	Falta de conocimiento	Total
	20	23	7	50
	40%	46%	14%	100%

Fuente: Encuesta realizada a personas que se dedican a la agricultura

Tabla 2. Resultados de la encuesta realizada a responsables de empresas que distribuyen insumos y aparatos tecnológicos para el campo agrícola.

Preguntas	Si		No		Total	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
¿Conocen de la aplicación de IoT y la automatización para los procesos agrícolas ?	0	0%	10	100%	10	100%
¿Distribuyen equipos tecnológicos para la producción agrícola?	10	100%	0	0%	10	100%
Capacitan a los agricultores en sistemas innovadores con el uso de tecnologías para la producción agrícola	10	100%	0	0%	10	100%
¿Le interesaría recibir una capacitación para conocer las bondades de la aplicación IoT y la automatización en los procesos agrícolas?	10	100%	0	0%	10	100%
¿Qué tipo de tecnología proveen para la producción agrícola?	Drones	%	EOS Crop Monitoring	%	software del SIG	%
	10	100%	5	50%	3	30%

Fuente: Encuesta realizada a responsables de empresas en el campo agrícola

5. CONCLUSIÓN

La investigación realizada sobre el internet de las cosas para la automatización del campo en la ciudad de Milagro, demuestra la viabilidad de aplicar este sistema innovador para aumentar la productividad y eficiencia en el sector agrícola.

La aplicación de la agricultura de acuerdo a la encuesta realizada a 50 agricultores, sigue siendo la de método tradicional (manual o mecánico). Solo 5 respondieron que utilizan sistema de drones para la fumigación y el monitoreo del cultivo. Con respecto a las 10 empresas consultadas indican que sus sistemas tecnológicos de distribución van en otras áreas por lo que no distribuyen este sistema en el campo agrícola.

Existe un total desconocimiento de la aplicación IoT para la automatización en la producción agrícola tanto en los agricultores como en las personas que distribuyen insumos y equipos tecnológico para la producción agrícola.

En consiguiente, se evidencia la necesidad de la utilización de este sistema que permita tener mejores resultados a la hora de realizar el riego con mediciones en tiempo real, para que los cultivos tengan la cantidad de agua necesaria, debido a que si se prolonga el riego el suelo tiende a saturarse por el exceso de agua y eso reduciría la falta de oxígeno y por lo consiguiente tendría la producción complicación, incluso en algunos casos se mataría a la planta.

REFERENCIAS

- A. Cama-Pinto, F. Montoya Gil, J. Gómez-López, A. García Cruz, y F. Manzano Agugliaro, "Sistema inalámbrico de monitorización para cultivos en invernadero", *DYNA*, vol. 81, no. 184, pp. 164-170, 2014. doi: 10.15446/dyna.v81n184.37034.
- Ana Basco, Gustavo Beliz, Diego Coatz, Paula Garnero. *Industria 4.0: Fabricando el Futuro: Inter-American Development Bank*, Buenos Aires, Argentina, 2018.
- Apaza Mamani, D. F., & La Torre Javier, I. J. (2017). Diseño e implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología Arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016.
- Chang, A., Jung, J., Maeda, M. M., Landivar, J., 2017. Crop height monitoring with digital imagery from Unmanned Aerial System (UAS). *Computers and Electronics in Agriculture* (141) 232–237
- Cordova, E. (2006). Manufactura y automatización. *Ingeniería e investigación*, 120.
- Cruz, M., Oliete, P., Morales, C., Gonzáles, C., Cendón, B., & Hernández, A. (2015). Las tecnologías IOT dentro de la industria conectada: Internet of things. Madrid, España: Fundación EOI.
- Gómez, J. (26 de septiembre de 2018). *AgroNegocios*. Obtenido de AgroNegocios: <https://www.agronegocios.co/analisis/jose-luis-gomez-2775031/el-internet-de-las-cosas-y-la-agricultura-2775030>
- Gómez, J., Marcillo, F., Triana, F., Gallo, V., & Oviedo, B. H. (2017). IoT for environmental variables in urban areas. The 8th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.296>.
- Gutiérrez, J.A, Infante, M.A, y Córdoba Nieto, E., Significado Económico - Social y Técnico de Automatización., 1994.
- Heble, S., Kumar, A., Prasad, D., Samirana, S., Rajalakshmi, P., & Desai, U. B. (7 de Mayo de 2018). A Low Power IoT Network for Smart Agriculture. (IEEE, Ed.) *IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*. doi: 10.1109/WF-IoT.2018.8355152
- Mohammed, B., Al-Hadithi, García Cena,C., Cedazo León,R., Loor. C.,2016. Desarrollo de un Sistema de Iluminación Artificial Inteligente para Cultivos Protegidos. p. 421.
- Mohanraj, I & Ashokumar, Kirthika & Naren, J. (2016). Field Monitoring and Automation Using IOT in Agriculture Domain. *Procedia Computer Science*. 93. 931-939. 10.1016/j.procs.2016.07.275. Li Tan. 2016. Cloudbased Decision Support and Automation for Precision Agriculture in Orchards.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), "El estado mundial de la agricultura y la alimentación". 2017. Disponible en: <http://www.fao.Org/3/a-I7658s.pdf>
- Orozco, Óscar., Llanos, Gonzalo. (2016). Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 15(28), 103-124. <https://dx.doi.org/10.22395/rium.v15n28a6>
- Quiñonez, O. (2019). Internet de las Cosas (IoT). Ibukku.
- Salazar, J., & Silvestre, S. (2016). Internet de las cosas. (Č. v. elektrotechnická., Ed.) *Techpedia*.
- Sancho, A. (16 de agosto de 2018). *Hablemos de empresas*. Obtenido de Hablemos de empresas: <https://hablemosdeempresas.com/grandes-empresas/iot-en-agricultura/>
- Sergio Dussán, Oscar Vanegas, Adrián Chavarro, Johan Molina. Diseño e implementación de un prototipo electrónico para monitoreo de parámetros fisicoquímicos en cultivo de tilapia a través de una aplicación móvil, 80: 49-60, 2016.
- ST Derby., *Design of Automatic Machinery.*, Edit M., Dekken, 2005.
- Sushanth, G., & Sujatha, S. (19 de Noviembre de 2018). IOT Based Smart Agriculture System. (IEEE, Ed.) *International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET)*. doi:10.1109/WiSPNET.2018.8538702.
- Vite, H., Vargas, O., Vargas, L., & Johanna, V. (2018). Internet de las cosas aplicado a la producción agropecuaria. *Internet de las cosas*. Machala, Ecuador: Grupo Compás.