

La Ingeniería al servicio de la sustentabilidad: una tendencia para el crecimiento del sector agrícola

Engineering at the service of sustainability: a trend for the growth of the agricultural sector

Serrato Nathalia, Castillo Carlos, Díaz Iván, Patiño Mónica, Cabrera Luis

Resumen

El presente documento consiste en una revisión del estado del arte del uso de la ingeniería al servicio de los sistemas agrícolas para garantizar la sustentabilidad del sector. Por una parte se explora el panorama internacional, el panorama nacional y las herramientas tecnológicas necesarias para la aplicación de la tecnología en los sistemas agrícolas eficientes con el ánimo de tener una perspectiva para la aplicación en Colombia. Como resultado de esta revisión se puede ver el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza". En este contexto, el panorama mundial de la producción agrícola se enfrenta a grandes problemas si no se establece en programas, políticas y estrategias tecnológicas que mitiguen los efectos del cambio climático, de tal modo que se definan modelos productivos eficientes y adaptables en una economía sustentable. En otro aspecto, en el área de las Telecomunicaciones el amplio campo de acción de la ingeniería al servicio

Abstract

This document is a review of the state of the art in the use of engineering for agricultural systems to ensure the sustainability of the sector. On the one hand, it explores the international panorama, the national panorama and the technological tools necessary for the application of technology in efficient agricultural systems with the aim of having a perspective for application in Colombia. As a result of this review we can see sustainable development and poverty eradication. In this context, the global agricultural production landscape faces major challenges if it is not established in technological programmes, policies and strategies that mitigate the effects of climate change, so as to define efficient and adaptable production models in a sustainable economy. In another aspect, in the area of Telecommunications, the wide field of action of engineering at the service of the agricultural sector of the country and its diverse applications, likewise gives rise

Recibido / Received: Noviembre 2 de 2017 Aprobado / Approved: Diciembre 5 de 2017

Tipo de artículo / Type of paper: Investigación Científica y Tecnológica terminada.

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Universidad El Bosque

Autor para comunicaciones / Author communications: castillocarlos@unbosque.edu.co

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

del sector agrícola del país y sus diversas aplicaciones, de igual forma da inicio al desarrollo de proyectos que vayan encaminados a solucionar pequeños problemas en los procesos de preparación de terrenos, control de plagas, la gestión de malezas no para su erradicación sino para una manera de deshierbe, que permitan ir mejorando la calidad de vida de los campesinos en donde esto redunde en oportunidades para que la ingeniería cobre un mayor sentido en su pertinencia como disciplina solucionadora de problemas. es así como, se desarrollará el proyecto "PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA PROCESOS AGRÍCOLAS SUSTENTABLES", con miras a proporcionar una solución tecnológica que permita el desarrollo de un producto en todas sus etapas.

Palabras clave: Agricultura de Precisión, Buenas Prácticas Agrícolas, Cambio Climático, Internet de las Cosas, Sustentabilidad.

to the development of projects that are aimed at solving small problems in the processes of land preparation, pest control, weed management not for eradication but for weed control, which allow for improving the quality of life of farmers where this results in opportunities for engineering to gain greater meaning in its relevance as a problem-solving discipline. This is how the "TECHNOLOGICAL PLATFORM FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL PROCESSES" project will be developed, with a view to providing a technological solution that allows the development of a product in all its stages.

Keywords: Precision Agriculture, Good Agricultural Practices, Climate Change, Internet of Things, Sustainability.

Introducción

El cambio climático es una realidad innegable y sus efectos directos endetrimento de la producción agrícola constituyen un reto fundamental para la ingeniería entodas las partes del mundo. La calidad de los cultivos se ve afectada debido a la erosión del suelo y la disminución de recursos hídricos[1]. Por otra parte, la tasa de crecimiento demográfico a nivel mundial obliga que la producción alimentaria sea más eficiente estableciendola necesidad de procesos productivos agrarios adecuados para una economía sustentable[2].Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el cambio climático representa "una amenaza fundamental para la seguridad alimentaria mundial, el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza". En este contexto, el panorama mundial de la producción agrícola se enfrenta a grandes problemas si no se establecen programas, políticas y estrategias tecnológicas que mitiguen los efectos del cambio climático, de tal modo que se definan modelos productivos eficientes y adaptables en una economía sustentable. En otro aspecto, en el área de las Telecomunicaciones la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) establecen en su documento denominado "Uso de las TIC para hacer frente al cambio climático" que dentro de las aplicaciones en donde las

telecomunicaciones pueden constituir una alternativa de solución se encuentra la supervisión del medio ambiente global con el desarrollo e instalación de estaciones meteorológicas automáticas en ecosistemas microclimáticos que envían la información en tiempo real utilizando canales de red celular o satélite, facilitando la implementación de sistemas de alerta temprana, modelos climáticos predictivos regionales o locales, para la caracterización del comportamiento de los microclimas sectorizados. Otro elemento a tener en cuenta es el uso de las TIC, en donde se puede abordar la seguridad alimentaria, el transporte y suministro de agua para el "monitoreo y supervisión de las condiciones medioambientales y de suelo utilizandolas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones" proponiendo que la producción agrícola sea más rentable y sostenible. Una mejor gestión del agua utilizando estas herramientas tecnológicas puede incrementar el aprovechamientode éste recurso vital, dando lugar al uso sostenible del mismo. Particularmente, Brasil cuenta con una de las mas altas disponibilidades de este recurso en el mundo, la institución pública mas grande e importante de investigación agrícola en ese país ha intentado desarrollar tecnología para reducir el impacto causado por la escasez y contaminación de los

recursos hídricos. Por otra parte, las “herramientas TIC utilizadas en el monitoreo agrícola y de suelo incluyen sensores y unidades de telemetría y telecontrol que miden y transmiten parámetros como la temperatura del aire, la humedad de las hojas y el suelo, a través de redes móviles con base en datos globales”. Adicionalmente, en Europa se están implementando plataformas que permitan el uso eficiente y el control de variables agrícolas con el fin de mejorar la producción, la calidad y la sostenibilidad medio ambiental.

España es uno de los países propulsores de implementación tecnológica para procesos agrícolas, la plataforma QAMPO ha desarrollado sistemas de medición de variables agrícolas y meteorológicas buscando realizar agricultura inteligente. Los anteriores elementos aunados al conocimiento humano y la utilización de la minería de datos permiten evidenciar la aplicación de la tecnología y en el sector agrario. Tomando en cuenta lo anterior se evidencia la pertinencia de trabajar en proyectos que permitan implementar métodos adecuados en la utilización de los recursos de manera controlada haciendo una supervisión de las variables del suelo y micro climáticas con el fin de obtener buenas prácticas de producción que generen un menor impacto ambiental, lo anterior para definir procedimientos particulares y toma decisiones tempranas en las etapas de alistamiento del cultivo, cosecha y poscosecha. Dentro del mismo contexto, en Colombia se encuentra un gran potencial de inclusión del sector agrícola a la tecnología para el mejoramiento de los procesos, la gestión de la información y las comunicaciones, impulsar el trabajo de los campesinos, generar redes y promover su producción a nivel mundial. Finalmente, la inocuidad y las buenas prácticas agrícolas son promovidas para que la producción no cuente solo con un buen manejo del medio ambiente sino que también posea altos niveles de calidad, de forma tal que puedan competir en mercados internacionales.

Contexto

Marco internacional para la sustentabilidad

Si bien es cierto se ha podido determinar la problemática que aquejan todos los países frente a los grandes efectos del cambio climático, también es cierto que ya

se han comenzado estrategias que permitan poder organizar estrategias para mitigar sus consecuencias. En este sentido, la Unión Europea ha venido dando grandes avances en materia de consolidación de la economía como un componente indispensable del desarrollo sostenible, ya que contribuye a generar los recursos necesarios para invertir en el medio ambiente, la mejora de la educación, la salud y la protección social, entre otros [3]. De igual forma el proyecto 2020 busca fomentar una economía inteligente, sostenible e integradora que mejore los niveles de empleo, de productividad y de cohesión social. En ese sentido, el programa considera que el patrimonio cultural es un recurso productivo de primer orden y quiere motivar un uso innovador del mismo. Para ello incluye una convocatoria de propuestas que trabajen en este mejoramiento continuo [4]. Por otra parte, la Estrategia Europa 2020 enmarca los propósitos de la Unión Europea fijados en el 2010 para salir de la crisis que se había generado a lo largo de los últimos dos años; dicha estrategia buscaba convertirla en una economía que integre los procesos de sostenibilidad de tal manera que permitan el disfrute de altos niveles de empleo, de productividad y de cohesión social. Europa 2020 [3] constituyeron una visión de la economía social de mercado de Europa para el siglo XXI. Europa 2020 propuso tres prioridades que se refuerzan mutuamente:

- Crecimiento inteligente: desarrollo de una economía basada en el conocimiento y la innovación.
- Crecimiento sostenible: promoción de una economía que haga un uso más eficaz de los recursos, que sea más verde y competitiva.
- Crecimiento integrador: fomento de una economía con alto nivel de empleo que tenga cohesión social y territorial.

Como producto de los trabajos anteriores se ha consolidado en la Unión Europea la política Agrícola Común (PAC), en donde se reconoce a la agricultura como un ente multifuncional que engloba la seguridad alimentaria, el desarrollo rural, la protección del medio ambiente y de los recursos naturales. La PAC es piedra angular de la construcción europea al ser una de las pocas políticas comunes que ha logrado ser edificada en más de 50 años de existencia. Gracias a sus impulsos, el sistema jurídico europeo ha acelerado su proceso de consolidación [5]. Por su parte, Las Naciones Unidas a finales del 2015

también adoptan los denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible como un principio fundamental que permitiera dar respuesta a la necesidad de un mundo más sostenible y próspero. La gran particularidad que se presentan en estos objetivos es el depositar a la educación como el eje central de la estrategia para proponer un mundo sostenible. En efecto, en [6] se puede demostrar la importancia de adoptar un enfoque interdisciplinario de la educación para el desarrollo sostenible, y para ilustrar cómo avanzar, reconociendo diferentes perspectivas de sostenibilidad y responsabilidad social corporativa (RSE) en el contexto de la diversidad. Se proporciona un estudio de caso para ilustrar cómo avanzar en la educación interdisciplinaria para el desarrollo sostenible entre los estudiantes de postgrado de MBA de diferentes orígenes, en un curso donde los conceptos de desarrollo sostenible ya están integrados en todas las disciplinas. Llevando el concepto de sustentabilidad a las empresas y la tendencia ha mostrado que las empresas han considerado su papel en la sociedad y hacer que la organización refleje que los beneficios pueden no ser los criterios de rendimiento empresarial más importantes. Así, la literatura reciente ha estado explorando modelos de negocios sostenibles (SBM: del inglés *sustainable business models*), como una forma de insertar los objetivos de sostenibilidad en el centro de las decisiones comerciales, en [7] se propone un marco teórico basado en la práctica para apoyar a las organizaciones hacia más SBM, haciendo explícitos los principales elementos para alinear los negocios con los objetivos de rendimiento de sostenibilidad. Para apoyar el argumento de que no existe una solución única para diseñar SBM, la investigación realiza múltiples estudios de caso en once organizaciones de diversos sectores, situadas en Brasil y en el Reino Unido. De igual forma, existen estudios que han permitido medir los procesos de gobernanza dentro de las organizaciones como se refleja en [8] se examinaron el efecto de las regulaciones de divulgación de sostenibilidad en las prácticas y evaluaciones de divulgación de las empresas. Específicamente, se exploraron las implicaciones de las reglamentaciones que obligan a divulgar información ambiental, social y de gobernanza (ESG) en China, Dinamarca, Malasia y Sudáfrica utilizando la estimación de diferencias en diferencias; los resultados sugieren que incluso en ausencia

de una regulación que obligue a la adopción de garantías o directrices específicas, las empresas buscan las propiedades cualitativas de comparabilidad y credibilidad. Otro aspecto a tener en cuenta es la gestión ambiental en donde se encuentra que los campos de actuación se encuentran en la gestión del desarrollo sustentable, entendida como el conjunto de acciones que promuevan el mejoramiento de la calidad ambiental y reducen el impacto negativo en la degradación de los recursos naturales; traducido a políticas públicas, programas públicos y acciones conjuntas entre sociedad, gobierno y habitantes [9]. A manera de ejemplo se tiene el estudio [10] el cual muestra el impacto que las acciones de la autoridad y de las empresas curtidoras en México tienen sobre el medio ambiente, el cual se buscó dimensionar el peso que las regulaciones jurídicas tienen en obtener procesos más amigables con la naturaleza, respecto de otras acciones que en diversos ámbitos pueden y deben realizarse tendientes al mismo fin; pero también, la importancia que deriva del diálogo social para emprender acciones comprometidas conjuntas, que aminoren afectaciones en la relación hombre-naturaleza y que destensen posiciones extremas entre los sectores sociales.

En síntesis, se ha podido dar una pequeña mirada a una serie de documentos que muestran los esfuerzos realizados por diferentes actores de la sociedad mundial frente a los procesos de sustentabilidad y su importancia para el futuro del mundo; es así como, las acciones implementadas a escala local pueden mejorar la calidad ambiental y con ello la calidad de vida de las generaciones presentes; a la vez que se planteará un precedente para las generaciones futuras en tanto su calidad de vida y relación sociedad-naturaleza [9].

Marco Nacional

Colombia no puede quedarse a un lado de la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible, es por ello que el gobierno nacional ha diseñado una hoja de ruta a 2030 con el fin de aportar a la mitigación de los impactos negativos que ha tenido una producción sin medir los alcances en los últimos años. Colombia se convirtió en el primer país que vincula los objetivos de desarrollo sostenible con el plan de desarrollo nacional y por ello fue galardonado por el Banco Interamericano de Desarrollo gracias a la planificación

estratégica para el cumplimiento de los objetivos a 2030; es así como, identificó los líderes y entes territoriales que llevarán a cabo la labor, indicadores nacionales de cumplimiento y esquema para reportar los logros. Esto entraría en funcionamiento a finales del año 2017.

Aunque en Colombia se ha podido evidenciar el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes¹, las brechas sociales y regionales continúan siendo el mayor de los retos dado el índice de desigualdad que aún se presenta. Es aquí donde la Ingeniería juega un papel fundamental para cumplir propósitos como son la eliminación de la pobreza, luchar contra los efectos negativos del cambio climático y reducir la desigualdad. Tener un techo digno para todos los habitantes las zonas más recónditas del país, infraestructura vial, servicios sanitarios adecuados entre otros, constituyen los grandes retos para la ingeniería desde sus diversas áreas de conocimiento. La agenda 2030 define cinco campos en los cuales la ingeniería facilita el cumplimiento de las metas, a saber, el transporte y la movilidad, energías, el medio ambiente, la industria y como otro campo de igual interés: la construcción.

Particularmente, en el área del transporte y la movilidad se presentan retos para la concepción, diseño y ejecución de infraestructuras seguras, sostenible e inclusiva con todos los entes que participan de las labores Colombianas. Es clave definir todos de transporte que satisfagan las necesidades dado el crecimiento acelerado de las ciudades además de buscar estrategias multimodales que faciliten los desplazamientos [11]. Por otra parte, el sector rural debe tener una interconexión eficiente con las grandes ciudades para facilitar la comercialización y disminuir las brechas entre el campo y las ciudades. Para lograrlo se requiere que haya un trabajo fuerte combatiendo la corrupción, el conflicto armado, mejores planeaciones y asignaciones presupuestales adecuadas, ya que estos han sido unos de los principales problemas que se han presentado para la ejecución de planes para reducir los impactos negativos generados por dichas ausencias, lo cual ha generado un atraso significativo con otros países en vía de desarrollo.

En cuanto al sector energético, Colombia ha avanzado notablemente en cobertura de este recurso permitiendo que mejore la calidad de vida de los ciudadanos². Sin embargo, la implementación de sistemas de generación en energética alternativa y limpia, continúa siendo el mayor reto que se debe afrontar. Parques eólicos, generación foto voltaica y demás métodos para producir energía, son los que el Gobierno nacional pretende impulsar a partir de políticas que inciden en la reducción de impuestos y valores arancelarios para la adquisición de equipos y herramientas que se requieren para la implementación de estas tecnologías.

A nivel industrial, se encuentra una de las condiciones con mayor incidencia en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible ya que el desarrollo social y las acciones contra el cambio climático dependen en gran medida de esto. Dada la desaceleración que ha presentado la industria en Colombia en los últimos cuatrienios, las empresas deben plantear retos importantes como son la reinención de sus operaciones para tener una adaptación sostenible según los nuevos mercados que han entrado al país. Por su parte, el Gobierno nacional ha impulsado diversas normativas y resoluciones que incentivan nuevos rumbos para las empresas y diferentes hábitos de consumo, así como la promoción del emprendimiento. La tecnología es una herramienta vital para que las empresas se enfoquen en sectores de valor agregado, incubación de empleo y diversificación. La principal tarea es analizar las cadenas de valor desde su etapa de suministro y a lo largo de la cadena logística, producción, entre otros, los cuales permitirán identificar estrategias para la reducción de impactos negativos tanto ambientales como sociales.

En el área de la construcción se pretende construir ciudades sostenibles³ a partir de edificaciones que cumplan con normatividades internacionales como LEED [12]. Lo anterior involucra ordenamiento territorial y planificación de los desarrollos a lo largo del tiempo, en la búsqueda de disminuir vulnerabilidad en

1. DANE. Boletín técnico Encuesta Nacional de Calidad de Vida. 2016. Colombia

2. Ibid

3. Universidad Pontificia Bolivariana. Guías de construcción sostenible. 2015. ISBN: 978-958-8513-89-8

las comunidades.⁴ En la agenda se pretende migrar a la bio-construcción y la prevención pasiva de desastres. Es vital que se reduzca considerablemente la construcción informal de viviendas dado que estas no cumplen con los requisitos mínimos estructurales.

Para Colombia, el medio ambiente constituye un factor clave dada la vasta biodiversidad con la que él cuenta y es por esto que la preservación del mismo debe ser prioridad para el cumplimiento de las metas descritas en la agenda 2030. El cambio climático [13] y los efectos irreversibles que esto genera, deben ser combatidos a partir de la tecnología. Este factor se ve afectado por todas las condiciones que se han mencionado a lo largo de este apartado, y es así como cada una de las acciones implementadas para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, deben comprender la importancia del análisis de factores ambientales que inciden negativamente para el medio ambiente colombiano. Otro elemento a tener en cuenta es el uso de las TIC, en donde se puede abordar la seguridad alimentaria, el transporte y suministro de agua como elemento decisivo en el monitoreo y supervisión de las condiciones medioambientales y de suelo, en donde utilizando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones se puede hacer que la producción agrícola sea más rentable y sostenible. De igual forma, la gestión del agua puede mejorar, utilizando las TIC, dando lugar a importantes ahorros y un uso más sostenible de los recursos hídricos, donde las herramientas TIC utilizadas en el monitoreo incluyen sensores y unidades de telemetría y telecontrol que miden y transmiten parámetros básicos pero relevantes, como lo son: la temperatura del aire, la humedad de las hojas y el suelo, a través de redes móviles a bases de datos globales en donde por medio de la minería de datos se pueden obtener alternativas que permiten la toma de decisiones de una manera más segura y confiable.

Herramientas para la sustentabilidad

En los últimos años con el crecimiento de la tecnología, en especial la infraestructura de comunicaciones, ha dado la posibilidad de implementar sistemas que puedan comunicarse entre sí para un propósito específico. Tal es el caso de sistemas aplicados a la agricultura, gracias al procesamiento en la nube y el surgimiento de Internet de las cosas (IoT), ha permitido analizar datos en tiempo real para la toma de decisiones [14]. La recolección de información es un desafío que involucra la implementación de sensores y sistemas microcontroladores en ambientes controlados y no controlados creando el concepto de agricultura de precisión.

La automatización y control se ha venido integrando con la tecnología logrando procesos mejor controlados, con mejor rendimiento y tamaños más reducidos. En la actualidad se encuentran soluciones de alto procesamiento que pueden procesar desde un simple sistema de control hasta todo un sistema operativo con servicios específicos. En cuanto a los periféricos, en su mayoría, pueden implementarse mediante conexiones seriales o mediante puertos de bus de serie universal (USB). En algunos trabajos ya se han realizado implementaciones tomando solo las variables básicas para un sistema agrícola controlado. Dentro de la tecnología implementada se puede encontrar los ZigBee, identificadas como una red de área personal inalámbrica (WPAN) diseñada para enviar paquetes de datos, permitiendo que se configure como coordinador, puente o dispositivo final. Este tipo de dispositivos se basa en el protocolo 802.15.4 y dada su arquitectura puede ser implementada como una red de sensores que puede tomar las variables de interés. Son módulos de bajo consumo perfectos para la implementación en procesos agrícolas, en [15] se realiza una implementación de red de sensores con tecnología ZigBee comprobando un ahorro de energía implementando los ciclos de sueño del dispositivo y simplificando las instalaciones y mantenimiento [16]. En el caso de cultivos hidropónicos, en [17] se realiza un análisis basado en el desarrollo sustentable considerando un diseño que integre sistemas confiables, sencillos, eficientes, ecológicos y de bajo costo para lograr la automatización y control de un microambiente para el apoyo de las labores diarias del agricultor con el fin de mejorar la calidad y cantidad del trabajo realizado. Como resultado

4. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana / Unión Temporal Construcción Sostenible S.A y Fundación FIDHAP (Consultor) – Bogotá, D.C.: Colombia, 2012. 200 p. ISBN: 978-958-8491-58-5

de este estudio se logró un sistema de bajo costo donde la eficiencia energética involucra la eficiencia económica y la protección ambiental, englobando todas las acciones de mejoramiento identificadas. En estos sistemas el margen del error humano hace que la actividad manual no sea tan preciso para regular un adecuado ambiente de cultivo, en este sentido se hace necesario sistemas que garanticen, a partir de un estudio de variables, una producción rentable para los agricultores.

Con el fin de disminuir el error humano, se han implementado sistemas multiagente para controlar todas las características de un ambiente propicio para la producción agrícola, este sistema ya implementado en [18] se pudo verificar la mejora de producción de coles, con la previa identificación de las variables vitales para el correcto crecimiento de cultivos, también la optimización de recursos agrícolas reduciendo costos de producción. Dentro de un enfoque basado en un desarrollo sustentable, se debe considerar un diseño que integre sistemas confiables, sencillos, eficientes, ecológicos y de bajo costo, con la finalidad de lograr la automatización y control para ayudar a las labores diarias del agricultor. De las diferentes técnicas de control se encuentra la lógica difusa la cual ayuda al invernadero a regular las variables ambientales que garantiza el óptimo desarrollo del cultivo. Para lograr la sustentabilidad es necesario el uso de energías renovables entre las cuales se encuentran la energía solar o eólica que proveen autonomía al sistema y da una conciencia ecológica. Este tipo de implementaciones se han logrado desarrollar en sistemas con resultados de estrictos estándares ecológicos, en [19] se ha dado una muestra de como el uso responsable y eficiente de los recursos naturales como el agua y el suelo, la economía del agricultor y la responsabilidad social, deben ser consideradas en conjunto para lograr una mejor calidad de vida en las familias agricultoras.

La agricultura de precisión es un concepto de gestión que permite estudiar la viabilidad de suelo y clima entre diferentes campos de cultivos, ajustar las medidas óptimas para las aplicaciones de insumos como agua, fertilizantes, pesticidas y en consecuencia aumentar los niveles de productividad [20].

En cuanto a Internet de las cosas en la actualidad es un concepto ampliamente utilizado y trabajado desde finales de los 90 por Kevin Aston, este concepto se consolidó como

un paradigma en las comunicaciones inalámbricas [21] y aunque esta compuesto por varias tecnologías en si no es una tecnología. IoT implementa diferentes métodos para la comunicación haciendo uso de sensores integrados, nodos de comunicación de campo cercano, eficiencia energética, seguridad y fiabilidad de la información. Las técnicas de administración que se deben implementar y que IoT debe utilizar garantizan la efectividad de las diferentes aplicaciones en tecnologías cableadas e inalámbricas [22]. El crecimiento de IoT está considerada como una de las tecnologías de mayor impacto [23] y se prevé que más de 50 mil millones de elementos estarán equipados con diferentes tipos de sensores para conectarse a internet a través de las redes basadas en IP, generando un gran flujo de datos [24] que junto con la computación en la nube deben ser procesados para la toma de decisiones en el momento preciso y a la persona indicada. Por lo tanto las redes de datos y las infraestructuras de telecomunicaciones formarán un papel fundamental en las aplicaciones donde la integración de IoT con Cloud Computing permitirá que la gran cantidad de información pueda ser almacenada en la Red, permitiendo que los recursos, servicios y datos estén disponibles en todo para la prestación de servicios [25] end to end para empresas y usuarios desde cualquier lugar.

Conclusion

En busca de una calidad alimentaria se hace necesario la investigación en procesos que garanticen una alimentación de alta calidad siguiendo mecanismos de optimización, en la actualidad el avance de tecnología ha permitido la integración de sensorica especializada con la conexión en la nube y realizar procesos para la toma de desecaciones en tiempo real. En este contexto los cambios climáticos afectan los procesos tradicionales de los sistemas agrícolas nacionales y se hace necesario sistemas que garanticen una producción de buena calidad sin afectar el suelo de forma considerable. En la búsqueda de obtener sistemas agrícolas eficientes en el uso de los recursos necesarios para la producción y que disminuyan los impactos negativos inherentes de estos procesos, se definen alternativas tecnificadas que además sean técnicamente apropiados y no degraden el medio ambiente, es el desafío al que deben enfrentarse políticas, técnicos, investigadores y productores de cualquier lugar del mundo. Por otra parte la agricultura

sostenible se fundamenta en la producción a largo plazo que incide en el mejoramiento de la calidad del entorno, los recursos asociados, la cantidad y en la viabilidad económica de la labor agrícola, redundando en la mejora de la calidad de vida del agricultor. Como resultado del análisis de este artículo se crea el proyecto Plataforma Tecnológica de procesos agrícolas sustentables a largo plazo con una primera fase de caracterización que ayude a identificar las variables que son indispensable en un sistema agrícola controlado. Al final de este proyecto se espera tener un sistemas controlado aplicado a Internet de las Cosas (IoT) como un sistema que realiza procesos y genera acciones de forma oportuna, en el momento indicado y a la persona indicada.

Bibliografía

- [1] J. Samaniego et al., “Cambio climático y desarrollo en américa latina y el caribe. reseña 2009,” Publicación de las Naciones Unidas, Tech. Rep., 11 2009.
- [2] V. Bulmer-Thomas, La historia económica de América Latina desde la independencia. Fondo de cultura económica, 2017.
- [3] J. Barroso, “Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador [comunicación de la comisión europa 2020](comisión europea (ce) ed.),” 2010.
- [4] L. V. García, “22. horizonte 2020: patrimonio cultural, un reto social,” Revista ph, 2017.
- [5] E. Venturini, “La nueva pac a partir de 2020: análisis y estrategias,” 2017.
- [6] F. Annan-Diab and C. Molinari, “Interdisciplinarity: Practical approach to advancing education for sustainability and for the sustainable development goals,” The International Journal of Management Education, vol. 15, no. 2, Part B, pp. 73 – 83, 2017, principles for Responsible Management Education. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1472811717300939>
- [7] S. N. Morioka, I. Bolis, S. Evans, and M. M. Carvalho, “Transforming sustainability challenges into competitive advantage: Multiple case studies kaleidoscope converging into sustainable business models,” Journal of Cleaner Production, vol. 167, no. Supplement C, pp. 723 – 738, 2017. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261731836X>
- [8] I. Ioannou and G. Serafeim, “The consequences of mandatory corporate sustainability reporting,” Harvard Business School: Accounting & Management Unit Research Paper Series, 2017.
- [9] C. F. O. Paniagua, “Crisis ambiental y la ruta del desarrollo sustentable: 40 años después del segundo informe del club de roma,” Revista de Investigación en Ciencias y Administración, vol. 8, no. 15, pp. 405– 428, 2017.
- [10] J. F. V. Ramírez and J. M. Beltrán, “La normativa jurídica ambiental mexicana y su impacto en el desarrollo sustentable,” Red Internacional de Investigadores en Competitividad, vol. 4, no. 1, 2017.
- [11] G. Duque Escobar, Un plan maestro de transporte 'multi' pero no intermodal. La Patria, 2016. [Online]. Available: <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir00238a&AN=unal.53096&lang=es&site=edslive>
- [12] C. Gamboa, Anales de ingeniería. Bogotá : Sociedad Colombiana de Ingenieros., 2017, vol. 938. [Online]. Available: https://issuu.com/ingsci/docs/939_web
- [13] C. Moreno, V. HernandoMolina, R. Angie Rincón, and O. Victor, “Nuevos escenarios de cambio climático para colombia 2011-2100nivel nacional, regional herramientas científicas para la toma de decisiones,” Instituto de Hidrología, Metereología y Estudios Ambientales, Tech. Rep., 2015.
- [14] J. Guerrero-Ibañez, F. Estrada-Gonzalez, M. Medina-Tejeda, M.A.and Rivera-Gutierrez, J. Alcaraz-Aguirre, C. Maldonado-Mendoza, D. Toledo, Z. N. G. and V. Lopez-Gonzalez, “Sgreenh-iot: Plataforma iot para agricultura de precisión.” in CИСCI 2017 - Decima Sexta Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernetica e Informatica, Decimo Cuarto Simposium Iberoamericano en Educacion, Cibernetica e Informatica, SIECI 2017 - Memorias, no. CИСCI 2017 - Decima Sexta Conferencia Iberoamericana en

- Sistemas, Cibernética e Informática, Decimo Cuarto Symposium Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática, SIECI 2017 - Memorias, Facultad de Telemática, Universidad de Colima, 2017, pp. 315–320. [Online]. Available: <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselc&AN=edselc.2-52.0-85033211432&lang=es&site=eds-live>
- [15] O. I. G. Sanchez, M. G. M. Melendrez, M. d. J. Acosta Portillo, and R. C. Valenzuela, “Sistema de monitoreo para invernadero agrícola empleando una red zigbee,” 2014.
- [16] Á. M. Rodríguez and J. C. Corrales, “Adaptación de una metaheurística evolutiva para generar árboles enrutadores en una red de sensores inalámbricos del contexto de la agricultura de precisión,” *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 15, no. 29, pp. 63–80, 2016.
- [17] C. A. M. Castañeda, “Control automático de riego, iluminación y humedad de invernadero inteligente alimentado con energía solar,” 2015.
- [18] M. A. V. Eras, “Prototipo de un sistema multiagente para la automatización de invernaderos,” 2016.
- [19] P. C. Rode, R. R. Gamarra, H. P. Espinosa, A. G.-R. Guizar, D. R. Daz, P. P. Cruz, and A. M. Gutierrez, “Invernadero inteligente basado en un enfoque sustentable para la agricultura mexicana,” in VIII Congreso Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico, 2010, p. 8.
- [20] [20] D. Emmen, “La agricultura de precisión: una alternativa para optimizar los sistemas de producción,” *Invest. Pens. Crit*, vol. 2, pp. 68–74, 2004.
- [21] J. M. C. Lovelle, J. I. R. Molano, and C. E. M. Marin, “Introducción al internet de las cosas,” *Redes de Ingeniería*, vol. 6, September 2015. [Online]. Available: <https://doaj.org/article/6767049f75a54c12bb2da90861cda99b>
- [22] O. Vermesan and P. Friess, *Internet of things-from research and innovation to market deployment*. River Publishers Aalborg, 2014, vol. 29.
- [23] N. Nic, “Disruptive civil technologies: Six technologies with potential impacts on us interests out to 2025,” *Tech. Rep.*, 2008. [Online]. Available: <http://handle.dtic.mil/100.2/ADA519715>
- [24] C. Wang, M. Daneshmand, M. Dohler, X. Mao, R. Q. Hu, and H. Wang, “Guest editorial - special issue on internet of things (iot): Architecture, protocols and services,” *Sensors Journal, IEEE*, vol. 13, no. 10, pp. 3505–3510, October 2013.
- [25] A. R. Biswas and R. Giaffreda, “Iot and cloud convergence: Opportunities and challenges,” in 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), March 2014, pp. 375–376.

Los Autores



Nathalia Serrato

Ingeniera en Control, Magister en Automatización y Robótica. Docente de tiempo completo del programa de Ingeniería Electrónica, se desempeña en el área de control, se ha desempeñado como investigadora en agricultura de precisión y métodos de automatización para sistemas de procesos agrícolas sustentables.



Carlos Castillo

Magíster en Ciencias de la Información y las Comunicaciones. Ingeniero de Sistemas y Docente de Planta de la Universidad El Bosque, Actual Director del programa de Ingeniería Electrónica con experiencia investigadora en agricultura de precisión. Ha realizado publicaciones a nivel internacional en temas de agricultura. Como ingeniero de sistemas ha trabajado en temas de redes de nueva generación. Miembro del Grupo de Electromagnetismo, Salud y Calidad de Vida.



Iván Díaz

Ingeniero Electrónico y Magíster en Ciencias de la Información y las Comunicaciones. Docente de tiempo completo de la Universidad, del programa de Ingeniería Electrónica. Se desempeña en el área de telecomunicaciones y ha realizado publicaciones en revistas internacionales en procesamientos de señal implementando GNU Radio y dispositivos de microondas. Miembro del grupo de Electromagnetismo, Salud y Calidad de Vida.



Mónica Patiño

Ingeniera Electrónica, Especialista en Gerencia y Evaluación de Proyectos, Magister en Docencia Universitaria, certificada en moodle 2.X. Docente del Área básica de ingeniería Electrónica y Bioingeniería. Miembro del grupo Electromagnetismo Salud y Calidad de Vida.



Luis Cabrera

Estudiante de Ingeniería Electrónica, auxiliar del proyecto PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA PROCESOS AGRÍCOLAS SUSTENTABLES. Cursa los últimos semestres de su carrera de Ingeniería Electrónica en la Universidad El Bosque y fue seleccionado para participar como auxiliar en el proyecto mencionado.