

UNIANDES EPISTEME: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación. ISSN 1390-9150
Muñoz Espinosa, M., Mera Andrade, R, I., Artieda Rojas, J., Vega Falcón, V. Vol. (4). Núm. (1).
Ene-Mar 017

Artículo de revisión

Tecnologías de la información y comunicación en la agricultura Information and communication technologies in agriculture

Manolo Muñoz Espinoza

mmunoz@uta.edu.ec

Universidad Técnica de Ambato. Ecuador/Universidad Nacional de Trujillo.

Perú

Rafael Isaías Mera Andrade

ri.mera@uta.edu.ec

Universidad Técnica de Ambato. Ecuador/Universidad Nacional de Trujillo.

Perú

Jorge Artieda Rojas

jr.artieda@uta.edu.ec

Universidad Técnica de Ambato. Ecuador/Universidad Nacional de Trujillo.

Perú

Vladimir Vega Falcón

vega.vladimir@gmail.com

Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES-Ambato).

Ecuador

RESUMEN

El uso inadecuado de los recursos naturales contribuye al cambio climático, es por eso que en el presente trabajo de revisión bibliográfica se analizan las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) relacionándolas con la agricultura, tomando en cuenta como estas favorecen al uso racional y eficiente de los medios, asimismo, aportan en la reducción del proceso de cambio climático. Las TIC dan paso a la nueva era de la agricultura, conocida como agricultura de precisión, que establece el uso de la tecnología para mejorar eficientemente los procesos productivos, para ello, la agricultura de precisión está compuesta por diferentes dispositivos electrónicos y software, tales como los sistemas de información geográfica, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), microcontroladores, sensores, cámaras, drones entre otros. Se puede concluir que el uso de las TIC en la agricultura permite lograr una mayor productividad y eficaz uso de los recursos naturales tomando en cuenta que en la actualidad existen graves problemas que reducen notablemente la producción alimentaria que afecta a toda la población; y que estas llegan a ser una gran alternativa de solución que ayude a aprovechar adecuadamente los recursos y generar mayores ingresos a los productores agrícolas.

PALABRAS CLAVE: Agricultura de precisión; Tecnologías de Información y Comunicación (TIC); Sistemas de información geográfica; Recursos naturales; Cambio climático; Lógica difusa.

Recibido: Febrero 2017. **Aceptado:** Marzo 2017
Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES

ABSTRACT

The inadequate use of natural resources contributes to climate change, for this reason, in the following research based paper we have related Information and Communications Technology (ICT) with agriculture, taking into consideration the way in which they contribute to a sensible and efficient use of means; and by doing this they also add to reducing the process of climate change. ICT gives way to the new age of agriculture, known as precision agriculture, which establishes the use of technology to efficiently improve the processes of production. To do so, the agriculture of precision is composed by different electronic devices and software, such as the geographic information systems, GPS, micro controls, sensors, cameras, drones, among others. It is possible to conclude that the use of ICTs in agriculture allows to achieve a greater productivity and efficient use of natural resources, taking into consideration that nowadays there are serious problems that reduce food production which affects the entire population; becoming a good alternative that can help farmers to take advantage of the resources and to generate bigger profits.

KEYWORDS: Precision farming; Information and Communications Technology (ITC); Geographic Information Systems; Natural resources; Climate change; Diffused logic.

INTRODUCCIÓN

Preocupaciones científicas se han venido presentando a través de los años a partir de los daños ocasionados por el cambio climático en diferentes regiones, lo que ha conllevado a una afectación severa en los procesos productivos agrícolas y una pérdida acelerada de los recursos naturales, lo que ha provocado la reducción de los ingresos económicos y la calidad de vida de la población (Altieri & Nicholls, 2009).

Para mitigar el deterioro de los recursos naturales conducentes a la disminución de la producción agrícola, se hace necesario recurrir a estrategias derivadas de la nueva concepción de la agricultura moderna, la cual tiene una estructura más compleja, viéndose afectada por problemas socioeconómicos, políticos y culturales (Altieri, 2001), lo que ha provocado una apatía directa entre la agricultura moderna y los requerimientos de la población (Altieri, 1991).

El crecimiento demográfico acelerado exige una demanda superior de productos alimenticios que permitan compensar los requerimientos básicos de la población (Navarro, 2014), los sistemas de producción en la actualidad se ven afectados por problemas climáticos, sociales y económicos, lo que ha reducido enormemente la distribución adecuada en cantidad y calidad de bienes en los mercados (Ernest García, 2015); como alternativa para solucionar estos problemas, se considera la inclusión de tecnologías controladas que permiten manejar adecuadamente los sistemas de producción, de esta manera mejorar el uso de los recursos e incrementar la productividad de los cultivos (Fernández Prieto, 2016). Desde tiempos remotos se han originado importantes avances en el uso de métodos de tratamiento y control de la información en la agricultura, con estos progresos se ha creado el concepto nuevo de "Agricultura de precisión", donde el hombre con inteligencia más concreta y la experiencia, crea nuevas formas, sencillas y directas para su beneficio en la agricultura (Gil Moya, 1998; Montesinos, 2015).

El desarrollo de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha permitido incorporar diversas aplicaciones, reduciendo enormemente la actividad directa del hombre en ciertos procesos productivos con la implementación de dispositivos electrónicos remotos de mediana y gran escala (Moumtadi, Granados-Lovera, & Delgado-Hernández, 2014), que permiten vigilar, inspeccionar y medir variables, los cuales pueden ser controlados desde la web (Mena Díaz, 2007) y en mejores condiciones desde un dispositivo móvil para su posterior análisis; la llamada red de sensores inalámbricos (WSN) por sus siglas en inglés, permite la comunicación entre redes complejas en diversas ramas de la ciencia (Yick, Mukherjee, & Ghosal, 2008).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son otra de las aplicaciones de las TIC que permiten aportar con soluciones a gran escala, tiene dos componentes bien identificados, el hardware y software, los cuales permiten el análisis e integración de información geográfica, permitiendo observar los datos contenidos en forma cartográfica. Los SIG integran información a través de capas de datos georreferenciados, que se van superponiendo y la integración de ellos da como resultado mapas temáticos (Uva & Campanella, 2005).

Una de las áreas más intervenidas con esta tecnología ha sido la agricultura, en el campo se pueden encontrar variables que necesitan ser evaluadas y controladas para una mejor producción, como por ejemplo la humedad y temperatura del medio, conductividad eléctrica y pH del suelo y agua, así como, accionar bombas para fertirrigación en determinadas horas; todas estas mediciones se pueden realizar con sensores remotos y estos a su vez conectados por medio de una red de información (Concepcion, Stefanelli, & Trincherro, 2014).

La presente investigación se hace necesaria, dado que las TIC constituyen un elemento vital para aportar soluciones a los problemas que tiene ante sí el planeta: la amenaza del cambio climático. De hecho, las TIC forman parte de su solución. Estas tecnologías ya se están utilizando para disminuir las emisiones y ayudar a los países a adaptarse a los efectos del cambio climático. Los gobiernos y sectores de la economía que asimilen una estrategia de crecimiento ecológico están llamados a liderar en lo económicos y ambiental del siglo XXI.

El objetivo que persiguen los autores es analizar las TIC relacionándolas con la agricultura, con lo cual se enfrenta el problema de la falta de sensibilidad en este nexo, que provoca bajas inversiones en herramientas TIC (hardware, software, intranet, web, celulares, entre otros) ocasionando el atraso digital de las instituciones públicas para la agricultura en territorios tan necesitados como América Latina y el Caribe.

DESARROLLO

Agricultura de precisión

La agricultura de precisión es una tecnología relativamente nueva, la cual permite hacer uso de las TIC como son: Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), Sistemas de Información Geográfica (SIG), sensores, control automático, aplicaciones móviles, telecomunicaciones, uso de Internet, entre otras (Reza Yousefi & Razdari, 2015). Esto

permite monitorear las fases de un cultivo iniciando con la preparación del suelo, luego la siembra, labores culturales y finalmente la cosecha, todo esto con el objetivo de optimizar recursos para lograr una mayor producción (Leyva Rafull, Orlando, & Souza Alves de, 2001).

Al usar adecuadamente la tecnología e información en la agricultura, se logra un eficiente uso de insumos agrícolas, para ello, es necesario utilizar sistemas integrales de información que permitan recopilar datos de cultivos, y estos a su vez ser tomados en cuenta para futuros sembríos (Emiliano García & Flego, 2005).

Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global está basado en la localización de un punto terrestre por medio de satélites, permitiendo identificar y registrar las coordenadas de un punto específico, esto ayuda a ubicar con mayor facilidad un objeto o persona. El GPS es la base de la agricultura de precisión, siendo un dispositivo que permite determinar la ubicación exacta de sensores para diferentes variables en el territorio (Fernández de Castro Fabré & Albóniga Gil, 2011).

El GPS ha permitido a los agricultores ser más productivos y eficientes en sus actividades agrícolas, una de las ventajas es que permite conocer la ubicación exacta de sensores que permiten la recepción de información ya sea de irrigación, fertilización, estado de cosecha, entre otros; permitiendo la elaboración de planes y toma de decisiones para próximos cultivos que permitan elevar la producción paulatinamente (Reza Yousefi & Razdari, 2015).

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Actualmente se ha incrementado el uso de los SIG en distintas áreas, por ejemplo: la producción cartográfica, evaluaciones ambientales y de recursos naturales, estudio y evaluación de redes de servicios y transportes, y sistemas de catastro (Bosque & García, 2000). Un claro ejemplo es en la agricultura, donde los SIG proveen la posibilidad de obtener un mapa digital del campo y generar una interacción con este, al mismo tiempo. Un ingeniero agrónomo podría determinar los puntos exactos para la realización de las extracciones de muestras de suelo para un posterior análisis (Uva & Campanella, 2005).

Esta tecnología permite facilitar el trabajo en el campo a los agricultores, debido a que ayuda a los usuarios a crear consultas, análisis de información espacial, editar datos, mapas y presentar resultados de todas estas operaciones de forma rápida y eficaz, lo cual resulta ventajoso para el agricultor (Ortiz Noriega, Félix Enríquez, Buentello Martínez, & Gómez, 2015). Para personas que conocen de planificación del agro, es de suma importancia la utilización de estas herramientas; lamentablemente una de las barreras es el alto costo de instalación y funcionamiento. El SIG viene a convertirse en una herramienta muy importante debido que permite la planificación, plantación, monitoreo y modificaciones de planes de desarrollo socio productivo que se deriva de la utilización del suelo (Moncayo Hurtado, 2012).

Mediciones en la agricultura

Wireless Sensor Networks (WSN)

La *Wireless Sensor Networks* o red de sensores inalámbricos, está compuesta por diferentes dispositivos electrónicos que se encargan de tomar mediciones de diferentes parámetros, los cuales ayudan a controlar y almacenar información de campo para su posterior análisis y tratamiento (Cama-Pinto, Gil-Montoya, Gómez-López, García-Cruz, & Manzano-Agugliaro, 2014).

La red de sensores inalámbricos instalados en el campo ofrece múltiples y diversos beneficios, tales como, controlar y manejar riego, detección de incendios forestales, inundaciones, estudios de contaminación, prevención de desastres, entre otros (Jovanov, 2005).

El objetivo primordial del uso de sensores inalámbricos en la agricultura de precisión es permitir al agricultor o productor determinar con cierto grado de exactitud las necesidades de riego y fertilizantes, los puntos óptimos de siembra y recolección, las fases de desarrollo y de maduración de productos y demás actividades agrícolas primordiales (López Riquelme, Soto Valles, Suandíaz Muro, & Iborra, 2016).

Los sensores en campo son necesariamente un complemento de las técnicas de detección remota cuyo mayor interés es la de determinar las diferentes características que posee el suelo como puede ser, la textura o la salinidad, también, puede saber el agricultor si su terreno es compacto (Barreiro & Valero, 2014).

Los sensores inalámbricos son muy útiles en la agricultura de precisión, este tipo de sensores exigen la utilización de varias redes que pueden estar compuestas de diferentes tipos de dispositivos (gateways, nodos, sensores, repetidores, entre otros). Con estos sensores se monitorizan los parámetros más importantes del suelo como temperatura, pH, humedad, conductividad eléctrica, etc. (López Riquelme et al., 2016).

Existen sensores muy actualizados como es el sensor de cosechas que permite al agricultor saber el rendimiento que obtuvo en cada unidad de producción, también estos sensores permiten al agricultor medir la humedad o fertilidad del suelo; existen además sensores multispectrales y sistemas de teledetección que permiten conocer el estado de la vegetación y la presencia de plantas (Díaz García-Cervigón, 2015).

Actualmente, el uso de sensores remotos ha ganado aceptación dentro de los sistemas agrícolas para generar información inmediata y así tomar decisiones concernientes a la aplicación de insumos agrícolas sobre sus cultivos (Leiva, 2003). La agricultura de precisión se está basando en las tecnologías de WSN, lo que facilita el trabajo en el campo. Los nodos inalámbricos se alimentan normalmente con baterías o energía solar, la red de sensores puede incluso automatizar algunos de los procesos necesarios, por medio de actuadores de ventilación, iluminación, irrigación, entre otros (Fidalgo et al., 2010).

Cámaras y aplicaciones

En la agricultura de precisión se pueden encontrar diferentes sistemas o métodos tecnológicos que pueden brindar ayuda, entre ellas las cámaras u otros sistemas tecnológicos como son los sistemas aéreos no pilotados y mediante imágenes captadas, mismas que permiten realizar estudios acerca del manejo diferenciado y las diversas especies vegetales existentes en una explotación agrícola (Díaz García-Cervigón, 2015).

En la agricultura se utilizan diferentes cámaras para el monitoreo y control de productos, para mejorar la rentabilidad de los cultivos y la calidad de vida de los agricultores, también ayuda a mantener la biodiversidad y reducir el impacto ambiental, lo que permite controlar cualquier enfermedad o problema en las plantaciones (Elika, 2016).

Existen diversas aplicaciones vinculadas con los dispositivos móviles, que permiten a los agricultores o personas relacionadas con la producción agrícola realizar cálculos en área, dimensiones, diseño de instalaciones e incluso se pueden controlar diferentes sistemas de producción incorporando cámaras que ayuden a determinar adecuadamente el estado del cultivo, períodos de riego, épocas de fertilización y controles fitosanitarios periódicos o inminentes desde un lugar externo al sistema de producción (Molina & Ruiz, 2010).

La aplicación Mide Mapas y FloraMatch™ App, por señalar ejemplos, la primera permite medir la parcela y los cultivos de una propiedad, además de hacer mediciones, los datos pueden ser trasladados al ordenador para ser procesados y analizados; la segunda por su parte, facilita la planificación en fertilización, teniendo datos como área de la parcela, edad del cultivo y requerimientos nutricionales. Asimismo, con ayuda de un GPS y el computador se pueden controlar todas las labores de los cultivos, horarios de riego, entre otros, lo cual se puede establecer en la aplicación y de esta manera se puede reducir considerablemente la cantidad de mano de obra en la producción (Aguayo, 2012).

Drones

Los aviones no tripulados, llamados drones, hoy en día son utilizados para diversas aplicaciones, ya sean militares, forestales, agricultura, evaluación de desastres naturales, entre otros, son de gran ayuda, ya que con poca inversión se puede acceder a un dispositivo que permite llegar a sitios remotos (Hernández-Stefanoni, Daniela, & Navarro, 2016).

La tecnología ha ayudado a diversos sectores productivos a incrementar su producción, en la agricultura la necesidad de remplazar la mano de obra por maquinaria moderna se ha producido gracias al desarrollo de nuevas tecnologías, la maquinaria ha sustituido a los trabajadores produciendo cambios que afectan el estilo de vida de la población. Uno de los nuevos métodos que se utilizan en la agricultura de precisión es el manejo de drones, los mismos que pueden ser manipulados desde largas distancias (Meneses, Téllez, & Velasquez, 2015).

Con los drones en la producción agrícola, se logra localizar tempranamente plagas y enfermedades que pueden afectar la productividad de los cultivos, gracias a imágenes de alta resolución que son capturadas desde el aire, lo que permite detectar algún problema fitosanitario en los cultivos permitiendo al agricultor tener un control más eficiente y obtener productos de excelente calidad (Barreiro & Valero, 2014).

Control de invernadero por medio de telecomunicaciones

El objetivo principal de la instalación de un invernadero en la agricultura, es elevar y mejorar la producción, esto permite cultivar variedades que no se producen nativamente y controlar las condiciones climáticas; uno de los principales sistemas utilizados es la automatización de procesos, lo que permite optimizar las técnicas productivas, mejorar la calidad y reducir las pérdidas; la automatización se enfoca en reducir la intervención humana en los procesos de producción, ya que con estos sistemas se puede controlar y ejecutar acciones para mejorar la calidad y la capacidad de producción dentro del invernadero (Coronado H., Peña A., Muñoz V., Ortega M., & Flórez D., 2014).

Para la implementación de estos sistemas se debe tomar en cuenta diversas variables a medir, además de la comunicación entre ellos, para esto se hace uso de redes de comunicaciones (Hernández, Pineda, & Bayona, n.d.). Dentro de la visualización de los datos está el telecontrol del invernadero, el cual permite acceder desde una ubicación remota de una manera rápida a los datos que envían los sensores, mediante este sistema se pueden controlar las condiciones ambientales que se presentan en el mismo, debido a que ayuda a mantener entornos óptimos para el desarrollo de los vegetales. Además, es posible monitorear las condiciones a través de una pantalla que permite ejecutar acciones sobre el invernadero aun sin estar presente, ya que la metodología utilizada se basa en un software que es empleado en el proyecto donde el mismo es el encargado del análisis y la utilización de los mecanismos necesarios para su ejecución (Guillén Flores & Santos Alcívar, 2015).

Existe además, la implementación de prototipos de control y dispositivos electrónicos basados en microcontroladores, los cuales proporcionan lecturas de las condiciones y parámetros ambientales para así lograr transmitir los datos que son recibidos en un computador desde los sensores; en donde el computador ejerce acciones automáticas, y se encarga además, del control y manejo de los sistemas internos del invernadero (Arévalo Pacheco, Falcones Montesdeoca, & González Yturalde, 2004).

Lógica difusa como herramienta para interpretar datos en la agricultura

La nueva era de la agricultura, acreditada como agricultura de precisión no solo se nutre del uso de las TIC, sino también, de valiosas herramientas matemáticas que potencian la transformación sistemática de la información en acción, entre las que resalta la matemática borrosa o lógica fuzzy (difusa).

De acuerdo con (Vega Falcón, 2015), la lógica difusa permite predecir con adecuada precisión los números del futuro, atenuando los problemas de la incertidumbre, lo cual es válido para interpretar datos en la agricultura.

Un ejemplo en este sentido es la propuesta de (Rodríguez Molina, 2009), quien señala que a través de la lógica difusa se puede caracterizar una empresa agrícola con disímiles grados de eficiencia en función del manejo de los recursos de que dispone, pero a diferencia de un sistema tradicional de comparación con una norma predefinida, en cuyo caso la clasificación hubiera sido en función de un elemento estricto.

Este último autor señala que la lógica difusa cobra relevancia en el sector agrícola debido a su elevada heterogeneidad de modelos de producción, escenarios siempre versátiles, dependencia de factores difíciles de modelar por los métodos tradicionales (clima), gran incertidumbre de eventos y firme evolución de los mercados que realizan presión sobre los modos de producción. Esto es de importancia mayor cuando diversos países procuran ser potencias agroalimentarias con una economía abierta y permeable a los mercados externos que son rígidos y con elevados estándares de calidad e inocuidad, principalmente en los umbrales del tercer milenio, en que las variables ambientales llevan a definir criterios para arancelarios (por ejemplo, cadena de CO₂) asociados a esta condición (dumping ambiental).

Perspectivas

Los autores consideran que se está en presencia de un tema interesante y novedoso, en el cual se ha intentado revelar, en síntesis, los presupuestos epistemológicos que ha sistematizado la comunidad científica.

Como resultados de la presente revisión bibliográfica, surgen las siguientes interrogantes:

- ¿Será posible el uso de las tecnologías en países del tercer mundo a pesar del alto costo que estas instalaciones representan?

Para que la respuesta sea afirmativa, no es suficiente incitar la investigación enfocada a los requerimientos de los países pobres, pues además, se necesitan políticas inteligentes de desarrollo rural, infraestructuras y redes de comercialización, créditos asequibles para los pequeños agricultores, regulación y transparencia en las relaciones internacionales.

Teniendo en cuenta las limitaciones atribuidas por su propia pobreza y contextos políticos comúnmente negativos, gran cantidad de agricultores pobres no tienen acceso a los mercados, insumos, créditos y tecnologías convenientes para sus condiciones ambientales.

El uso de las TIC es un derecho y un instrumento esencial para obtener la transformación y el florecimiento del ser humano y de las sociedades, el desarrollo sostenible, y la erradicación de las causas de las desigualdades y embarazosos problemas que hoy agobian a los pueblos.

- ¿El uso racional de los recursos naturales, garantizan una producción viable para la vida de los agricultores?

Para que la contestación sea positiva, es necesario continuar el levantamiento de los recursos naturales con precisión, priorizando las zonas agrícolas de más

alta potencialidad para el progreso. Además, los estudios de suelos, deben ser prácticos, dinámicos y multidisciplinarios, alineados con técnicas modernas a fin de aprovechar las experiencias de vanguardia obtenidas en otros países con suelos similares.

- ¿Con el uso de tecnologías correctas se logrará una mayor producción y la rentabilidad para los agricultores será la adecuada?

Sí, pero para incrementar la producción y rentabilidad es necesario una mayor comprensión sobre la importancia de las TIC en la agricultura, enfrentando el mito de que éstas son relevantes solo en otros sectores, pero no así en el rural, cuando objetivamente acontece lo inverso, pues teniendo en cuenta la dispersión de los productores, la propagación de información vertiginosa y pertinente es vital en este sector.

Por ejemplo, el uso de las TIC posibilita perfeccionar la eficiencia en relación al consumo energético, mejorar y disminuir la producción y consumo de bienes y reducir el movimiento de personas y mercancías.

- ¿La reducción del cambio climático se logrará a través del uso eficiente de los recursos naturales apoyados en las TIC?

Es posible evaluar y mitigar los riesgos debidos al cambio climático con la ayuda de las TIC. Sin dudas, con una implementación más veloz de éstas, en los países en vías de desarrollo, la brecha digital disminuirá y las poblaciones más sensibles tendrán acceso a la mejor información aprovechable sobre los cambios climáticos y cómo adaptarse a los mismos, por lo tanto, en este sentido las palabras de orden son: uso eficiente de recursos naturales y utilización de las TIC.

CONCLUSIONES

Las Tecnologías de la Información y Comunicación son instrumentos que deben ser aprovechados por los productores agrícolas y convertirse en ayuda, a su vez, con ello se lograría generar un uso racional e inteligente de los recursos naturales, lo que contribuirá a reducir los procesos de degradación de los ecosistemas y al mismo tiempo el cambio climático. Lastimosamente, los costos que representan la adecuación de las TIC en sistemas de producción agrícolas, es quizás, el cuello de botella para los agricultores, por lo cual es necesario que los gobiernos de los países en vías de desarrollo impulsen proyectos para la tecnificación de los sistemas agrícolas que permitan mejorar la producción, reducir la inversión y gasto de insumos.

En este sentido, la ayuda de los países del primer mundo sería crucial ya que estos hacen uso de la agricultura de precisión para obtener cada día mejores productos agrícolas con gran eficiencia, reduciendo tiempo y costos; aprovechando esta experiencia serían aliados de los países en desarrollo empezando a explotar los recursos tecnológicos en aras de producir más y mejores productos.

REFERENCIAS

- Agriculture apps & Fertilizer Calculator - Haifa Group. (2014).
- Aguayo, R. (2012). 10 aplicaciones útiles para la agricultura.
- Altieri, M. A. (1991). ¿Por que estudiar la agricultura tradicional? *Clades*, 1.
- Altieri, M. A. (2001). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables, 27–34.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2009). Cambio Climático y Agricultura Campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA Revista de Agroecología*.
- Aplicaciones para ser un buen agricultor - Agromática. (2015).
- Arévalo Pacheco, C. A., Falcones Montesdeoca, C. M., & González Yturralde, C. A. (2004). Diseño e implementación de un sistema de control de un invernadero. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Barreiro, P., & Valero, C. (2014). *Drones en la agricultura*.
- Bosque, J., & García, R. (2000). *El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial*.
- Cama-Pinto, A., Gil-Montoya, F., Gómez-López, J., García-Cruz, A., & Manzano-Agugliaro, F. (2014). Wireless surveillance system for greenhouse crops. *DYNA*, 81(184), 164. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.37034>
- Concepcion, A. R. de la, Stefanelli, R., & Trincheró, D. (2014). A wireless sensor network platform optimized for assisted sustainable agriculture. *Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), 2014 IEEE*, 159–165. <https://doi.org/10.1109/GHTC.2014.6970276>
- Coronado H., H., Peña A., J. P., Muñoz V., R. E., Ortega M., E., & Flórez D., J. (2014). Revisión bibliográfica sobre desarrollo y validación Introducción. *Agropecuaria Y Agroindustrial La Angostura*, 1(1), 49–57.
- Díaz García-Cervigón, J. J. (2015). *Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión*. Universidad Complutense de Madrid.
- Elika. (2016). Drones y su uso en la agricultura, 4.
- Fernández de Castro Fabrè, A., & Albóniga Gil, R. A. (2011). Una herramienta actual para mejorar nuestra agricultura: los GPS. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 10(3), 11–14.
- Fernández Prieto, L. (2016). Caminos del cambio tecnológico en las agriculturas

españolas contemporaneas, 95–146. <https://doi.org/10.13140/2.1.3227.1363>

Fidalgo, A. L., Autores, O., Lucía, :, González, L., Seoane Brandariz, J., & González, X. C. (2010). *Redes de Sensores sin Cables para Agricultura de Precisión en Regiones Minifundistas*.

García, E. (2015). Los derechos humanos más allá de los límites al crecimiento, 28–41.

García, E., & Flego, F. (2005). Agricultura de Precisión. *Ciencia Y Tecnología*, 8, 99–116.

Gil Moya, E. (1998). Agricultura de precisión, del futuro al presente. *Vida Rural*, 77, 54–58.

Guillén Flores, J. A., & Santos Alcívar, R. A. (2015). *Telecontrol de invernadero*. Escuela superior politécnica del litoral.

Hernández-Stefanoni, J. L., Daniela, Y., & Navarro, T. (2016). Drones vemos y de imágenes... sí conocemos, 8(2), 81–84.

Hernández, L., Pineda, W., & Bayona, D. (n.d.). *Sistema de control de humedad y temperatura para invernaderos*.

Jovanov, E. (2005). Wireless Technology and System Integration in Body Area Networks for m-Health Applications. *Conference Proceedings: ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Conference*, 7, 7158–60. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2005.1616157>

Leiva, F. R. (2003). La agricultura de precisión: una producción más sostenible y competitiva con visión futurista. *Memorias VIII Congreso de La Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento Y Producción de Cultivos*, (January 2003), 8.

Leyva Rafull, L. Z., Orlando, Ro. C., & Souza Alves de, C. M. (2001). Agricultura de precisión. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 10(3), 7–10.

López Riquelme, J. A., Soto Valles, F., Suandíaz Muro, J., & Ibora, A. (2016). Red de Sensores Inalámbrica para Agricultura de Precisión. *ResearchGate*.

Mena Díaz, N. (2007). Las tecnologías de información y comunicación en el seguimiento y evaluación de los desastres naturales. Estudio de un caso: La plataforma informática de la red UTEEDA para la gestión de la información sobre desastres. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*, 16(1).

Meneses, V. A. B., Téllez, J. M., & Velasquez, D. F. A. (2015). Uso De Drones Para El Analisis De Imágenes Multiespectrales En Agricultura De Precisión. *@limentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 13(1), 28–40.

- Molina, J. M., & Ruiz, A. (2010). Supervisión y control de instalaciones de riego mediante dispositivos móviles.
- Moncayo Hurtado, J. M. (2012). *Elaboración de un SIG agrícola con la ayuda de una aplicación Web*. Universidad San Francisco de Quito.
- Montesinos, S. (2015). Aplicaciones operativas de los drones en Agriculturas de precisión . Lecciones aprendidas. In *XVI Congreso de la Asociación Española de Teledetección* (pp. 629–632).
- Moumtadi, F., Granados-Lovera, F., & Delgado-Hernández, J. C. (2014). Activación de funciones en edificios inteligentes utilizando comandos de voz desde dispositivos móviles. *Ingeniería, Investigación Y Tecnología*, 15(2), 175–186.
- Navarro, V. (2014). ¿Viva el decrecimiento? – Pensamiento crítico.
- OpenGIS, el software libre que mejora la eficiencia agroalimentaria - Agricultura. (2012).
- Ortiz Noriega, A. E., Félix Enríquez, S., Buentello Martínez, C. P., & Gómez, L. A. (2015). *Investigación educativa en Latinoamérica* (Centro de). Guadalajara.
- Reza Yousefi, M., & Razdari, A. M. (2015). Application of Gis and Gps in Precision Agriculture (a Review). *Int. J. Adv. Biol. Biom. Res*, 3(1), 7–9.
- Rodríguez Molina, Manuel. (2009). Lógica difusa como herramienta para interpretar datos de producción limpia en el sector agrícola. *Idesia (Arica)*, 27(3), 101-105. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292009000300012>
- Uva, M., & Campanella, O. (2005). AP-SIG: un SIG con funciones específicas para Agricultura de Precisión, 45.
- Vega Falcón, V. (2015). *Herramientas Económicas para la Toma de Decisiones Gerenciales en la Actividad Turística*. Quito, Ecuador: Mendieta. Recuperado el 16 de 02 de 2017
- Yick, J., Mukherjee, B., & Ghosal, D. (2008). Wireless sensor network survey. *Computer Networks*, 52(12), 2292–2330. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2008.04.002>