

2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



IDENTIFICACIÓN DE RELACIONES ENTRE LAS NECESIDADES DE LOS ACTORES Y LAS FUNCIONALIDADES DE UNA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE PERCEPCIÓN REMOTA PARA UN SECTOR AGRÍCOLA COLOMBIANO BASADO EN LA NORMA INTERNACIONAL NF EN 12973:2000-06

Francy Pascagaza, Brayan Barragán, Katherin Salazar

**Universidad Central
Bogotá, Colombia**

Resumen

En Colombia los avances tecnológicos enfocados al sector agrícola colombiano son mínimos además de costosos, los cultivadores colombianos no han incorporado técnicas de percepción remota para el seguimiento de las zonas de cultivo, que les permita obtener información valiosa para la toma de decisión en el proceso de administración de fertilizantes y otros insumos agrícolas. La introducción de nuevas tecnologías para el monitoreo y estimación de necesidades de nutrientes en suelos, basada en percepción remota, plantea importantes retos en cuanto a los cambios que la tecnología pueda suscitar en el medio en que se implementará, igualmente qué adaptaciones o alteraciones en los procesos, los procedimientos, las organizaciones, las normas, entre otros que deben suscitarse para que estas nuevas tecnologías puedan desarrollarse e implementarse.

Por lo anterior este proyecto busca establecer las relaciones entre las necesidades de los actores y las potenciales funcionalidades de una plataforma tecnológica de percepción remota para un sector agrícola colombiano basado en la norma internacional NF EN 12973:2000-06. Se hace necesario identificar y caracterizar el entorno social, político, ambiental, económico y legal en el cual se pretende incorporar este proyecto mediante la aplicación de la herramienta PESTEL, así mismo la identificación de los actores y potenciales usuarios de la tecnología, identificando sus necesidades actuales y potenciales mediante un análisis multicriterio, en los que se incluyan las dimensiones tecnológicas, económicas, ambientales, políticas y sociales y el nivel de aporte que la tecnología propuesta pueda tener para atender tales necesidades y así establecer las funcionalidades de la

plataforma, en términos de propósitos para cada uno de los servicios esperados de esta tecnología, permitiendo así una relación eficaz y eficiente de las necesidades de los actores y usuarios y la toma de decisiones concerniente al óptimo desarrollo de la plataforma de percepción remota.

Palabras clave: sensado remoto; percepción remota; plataforma tecnológica

Abstract

In Colombia, technological advances focused on Colombian agricultural sector are few and expensive, Colombian agriculturalists haven't incorporated remote perception techniques to verify and control the cultivation areas, which allows them to obtain valuable information for decision making in the process of administration of fertilizers and other agricultural supplies. The introduction of new technologies for the monitoring and estimation of nutrient needs in soils, based on remote perception, propound important challenges in terms of the changes that the technology may generate in the environment in which it will be implemented, alike as adaptations or alterations in the processes, procedures, organizations, norms, among other things that must be generated so that these new technologies can be developed and implemented.

For the above, this project seeks to establish the relationships between the needs of the actors and the potential functionalities of a remote sensing technological platform for a Colombian agricultural sector based on the international standard NF EN 12973:2000-06. It is necessary to identify and characterize the social, political, environmental, economic and legal environment in which it is intended to incorporate this project through the application of the PESTEL tool, likewise the identification of the actors and potential users of the technology, identifying their current and potential needs through a multicriteria analysis, which include the technological, economic, environmental, political and social dimensions and the level of contribution that the proposed technology may have to meet these needs and thus establish the functionalities of the platform, in terms of purposes for each of the expected services of this technology, which allows an effective and efficient relationship of the needs of the actors and users and makes decisions related to the optimal development of the remote detection platform.

Keywords: remote perception; remote sensing; technological platform.

1. Introducción

El uso de sistemas de percepción remota es una herramienta de gran utilidad usada ampliamente en la agricultura industrial a nivel mundial, para países en vía de desarrollo el uso de sistemas de percepción remota con plataformas tipo satélites, demandaba altos costos en la adquisición de las imágenes además de interferencia de las nubes en Colombia (Pádua et al., 2017). Por lo cual el uso de sistemas de sensado remoto basado en drones presenta varias ventajas económicas y técnicas frente a las plataformas tradicionales tipo satélites (Bansod, Kumar, Thakur, Rana, & Singh, 2017). Para el monitoreo de sistemas de cultivos basado en análisis espectral, el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) es uno de los índices más comunes y ampliamente

utilizados reportado en la literatura científica sobre diferentes tipos de cultivos (Tripodi et al., 2018), adicionalmente el NDVI a diferencia de otros índices, puede ser estimado con sensores de bajo costo acoplados a plataformas tipo Drone también de bajo costo, sin embargo los cultivadores colombianos no han incorporado técnicas de percepción remoto para el seguimiento de las zonas de cultivo, que les permita obtener información valiosa para la toma de decisión en el proceso de administración de fertilizantes y otros insumos agrícolas.

La introducción de este tipo de nuevas tecnologías para el monitoreo y estimación de necesidades de nutrientes en suelos, basada en sensado remoto, plantea importantes retos como resalta castellanos (Castellanos Domínguez, 2012), en cuanto a los cambios que la tecnología pueda suscitar en el medio en que se implementará, igualmente que adaptaciones o alteraciones en los procesos, los procedimientos, las organizaciones, las normas, entre otros, deben propiciarse para que tal tecnología pueda desarrollarse.

En este sentido se hace necesario identificar y caracterizar el entorno social, político, ambiental, económico y legal en el cual se pretende incorporar este proyecto, los actores y potenciales usuarios de la tecnología, identificando sus necesidades actuales y potenciales y el nivel de aporte que la tecnología propuesta pueda tener para aportar a tales necesidades. Asimismo, se requiere establecer las funcionalidades de la plataforma en términos de propósitos para cada uno de los servicios esperados de esta tecnología (Bergek, Jacobsson, Carlsson, Lindmark, & Rickne, 2008; Chatoney, Gunther, & TouhaMI, 2016; Yannou, 1997).

2. Análisis de entorno

El análisis de entorno considera los aspectos político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal, que se relacionen con las tecnologías basadas en percepción remota para el monitoreo de cultivos agrícolas. Tales aspectos suelen ser ajenos al control de la organización o la tecnología y, por tanto, suelen ser amenazas y oportunidades (OIT, 2005). El análisis se basa en la metodología PESTEL propuesta por primera vez por Francisco Aguilar en su libro "Análisis del entorno empresarial" (1967) e introducido por Liam Fahey y VK Narayanan en su libro "Análisis macroambiental en gestión estratégica" (1986).

a. Entorno político: El análisis del entorno político partió de la importancia de los incentivos políticos a nivel mundial para el aumento en la producción agrícola, posterior a ello se hizo una revisión y análisis de las diferentes iniciativas gubernamentales, apoyadas desde diferentes entidades y/o ministerios, que apoyan el progreso, inversión y tecnificación del sector agropecuario. Inicialmente el análisis del entorno político se enfocó en las iniciativas de entidades a nivel Colombia como lo son los diferentes ministerios, Colciencias, Corpoica y agrupaciones de agricultores nacionales y de producción en general, revisando sus programas y planeaciones de desarrollo. Seguido del a las principales iniciativas, pero ya seccionadas en gobernaciones y regiones principales de Colombia y las agrupaciones adscritas a dichas gobernaciones.

Después del análisis y revisión de toda la información anterior se observa la pertinencia del desarrollo de la plataforma con las iniciativas políticas actuales, permitiendo monitorear el estado de los cultivos y su manejo respecto a insumos. Asimismo, se identifica la existencia de apoyo

financiero por parte de diferentes instituciones, lo cual beneficiaría el desarrollo de la plataforma y a los agricultores permitiendo la adopción de la plataforma.

b. Entorno económico: Se identificó que uno de los factores que hace incrementar los costos en el proceso de cultivo es la administración de fertilizantes nitrogenados (FAO, 2015), los sistemas productivos agropecuarios son poco flexibles en costos y altamente dependientes de insumos importados, los insumos pueden llegar a representar en promedio del 30 al 50% de los costos totales (MADR, 2018). Respecto a el monitoreo de cultivos basado en sistemas de análisis espectral, el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) a diferencia de otros índices, puede ser estimado con sensores de bajo costo, acoplados a plataformas tipo dron (Bansod et al., 2017; Gowravaram, Flanagan, Tian, & Chao, 2018).

Estudios de caso de investigaciones anteriores muestran los beneficios del empleo de estas tecnologías, por ejemplo, en zonas agropecuarias de soja que utilizan agricultura de precisión se registró un ahorro inmediato del 15% en semillas, fertilizantes y productos químicos (Johnson, 2012); respecto al rendimiento del suelo, los pronósticos generados mejoraron, el RMSE disminuyó de 21% a 15% (c, Wójtowicz, & Piekarczyk, 2016); y finalmente en otros lugares, la adopción de estas técnicas aumentó el rendimiento agrícola en un 16% y redujo el uso de agua en un 50% (khosla, 2013).

En este sentido se percibe que a pesar de que el sector agropecuario tiene fuerte participación en el PIB nacional, así mismo, tiene grandes retos productivos y de calidad para lograr ser competitivo y mantenerse en un mercado mundial actual. Para ello, la apropiación de la plataforma de sensado remoto permitirá al agricultor tomar decisiones que optimicen la producción, disminuyan costos y mejoren la calidad de sus productos.

c. Entorno social: Según cifras del tercer censo nacional agropecuario (CNA), 56,6% de los habitantes en las zonas rurales vive en pobreza y 23 % en pobreza extrema, este porcentaje de población se agrupa en unidades productoras agropecuarias (UPA) pequeñas que cuentan con menos de 5 hectáreas y que usan la producción obtenida para su propio consumo (ANDI, 2017), dichas UPA cuentan con bajo nivel de capitalización (DANE, 2016). Por ello el desarrollo de la plataforma se enfocará en medianos y grandes agricultores. A partir de las encuestas y resultados del censo nacional agropecuario (2016) se identifica que la cantidad de hectáreas totales destinadas para cultivos es de 7,1 millones, de las cuales son de cultivos medianos y grandes cultivos 2,1 millones de hectáreas y son exclusivas de cultivos transitorios 341.936 ha aproximadamente, dichas hectáreas serían las que potencialmente harían uso de la plataforma (DANE, 2016).

d. Entorno tecnológico: Los sistemas de información están presentes en la vida cotidiana y su impacto transformador está aumentando. Los estudios recientes están particularmente interesados en la relación entre las plataformas tecnológicas y la innovación (Shuradze & Wagner, 2015). Las plataformas tecnológicas son la base tecnológica que se tiene y ofrece a toda la comunidad (CECAR, 2019), es una estructura público-privada de trabajo en equipo, en las que todos los actores trabajan conjunta y coordinadamente para identificar y priorizar las necesidades y conseguir los avances que aseguren la competitividad, sostenibilidad, crecimiento, productividad, promoción de la igualdad social y regional, accesibilidad y la mejora del bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos (MICINN, 2019; UDIMA, 2019), son un canal de comunicación, recibe

información, procesa información, arroja resultados (Zalevsky, Ilovitsh, Ilovitsh, & Beiderman, 2015). Las plataformas constan de tres tipos principales de participantes: propietario de la plataforma, desarrollador externo (desarrollo de aplicaciones, servicios o sistemas en plataformas) y usuario final de la plataforma (Ghazawneh & Henfridsson, 2013). Un beneficio importante del acceso a las plataformas es que se puede obtener acceso a recursos externos, componentes y tecnologías más innovadores y menos costosos (Shuradze & Wagner, 2015).

e. Entorno ecológico: Los agroecosistemas dependen del flujo de nutrientes a través de los niveles tróficos, que son mediados por la fauna del suelo y los microorganismos. Después de eliminar la vegetación y emplear el suelo de forma agrícola, el sistema se abre y crea una demanda externa de nutrientes causada por las cosechas, la lixiviación y la erosión (Brussaard, De Ruiten, & Brown, 2007). Los sistemas agrícolas se ven influenciados principalmente por 5 factores que inciden en la producción y calidad, siendo primero los fertilizantes nitrogenados, segundo el riego, tercero los residuos y la calidad del suelo, cuarto los cambios climáticos, quinto las enfermedades de las plantas (Jin et al., 2018; Wójtowicz et al., 2016). Utilizando las imágenes visuales e infrarrojas adquiridas por los sistemas aéreos no tripulados (UAV) y los sensores infrarrojos térmicos han demostrado ser útiles con porcentajes de eficiencia superiores al 80% para diferentes finalidades en los cultivos (Jensen, Apan, & Zeller, 2009; Khanal, Fulton, & Shearer, 2017; Sugiura, Noguchi, & Ishii, 2007; Zarco Tejada, González Dugo, & Berni, 2012). Con el desarrollo de la plataforma se espera contribuir en la mitigación de todos los factores incidentes mencionados esperando aumentar la eficiencia obtenida.

f. Entorno legal: En el análisis del factor legal, se identificaron las leyes o reglamentaciones que son pertinentes e influyen el desarrollo de la plataforma tecnológica:

- Ley 29 de 1990: por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico (Congreso de Colombia, 1990).
- Ley 1731 de 2014: Por medio de la cual se adoptan medidas en materia de financiamiento para la reactivación del sector agropecuario (Congreso de Colombia, 2014).
- Ley 1753 de 2015: planes y acuerdos estratégicos para focalizar la inversión del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Congreso de Colombia, 2015).
- Ley 101 DE 1993: con miras a proteger el desarrollo de las actividades agropecuarias y promover el mejoramiento del ingreso y calidad de vida de los productores rurales (Congreso de Colombia, 1993)
- Ley 607 de 2000: se modifica la creación, funcionamiento y operación de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria, UMATA, y se reglamenta la asistencia técnica directa rural (Congreso de Colombia, 2000)
- Circular regulatoria 002 de la Aerocivil: Para volar drones en Colombia (Aerocivil, n.d.; Conde & APD, 2017)

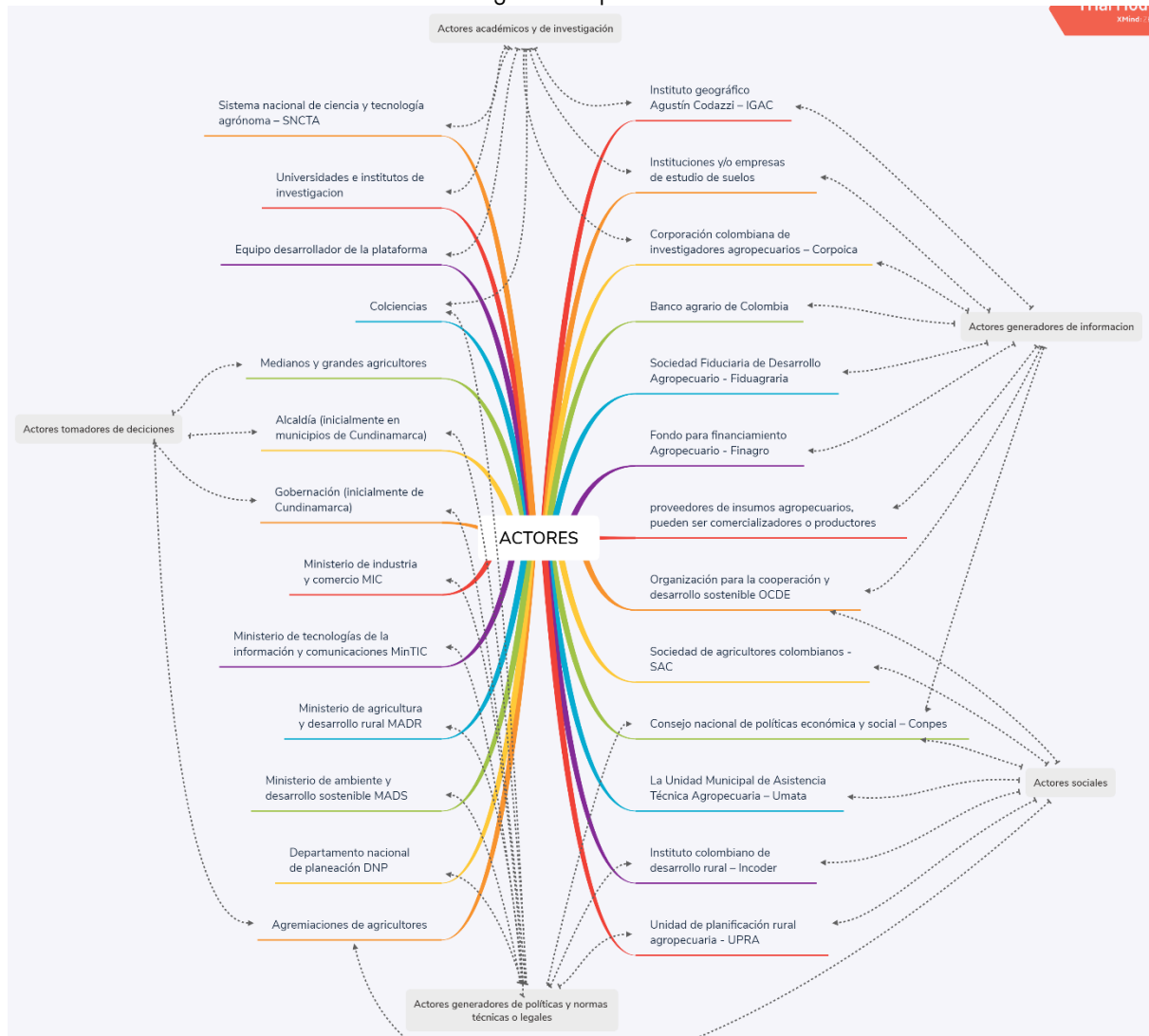
3. Identificación de actores

Se identificaron 26 actores, los actores involucrados se dividen en cinco categorías diferentes dependiendo el tipo de participación o función. Se cuenta con actores generadores de políticas y normas técnicas o legales, tomadores de decisiones, generadores de información, académicos y

IDENTIFICACIÓN DE RELACIONES ENTRE LAS NECESIDADES DE LOS ACTORES Y LAS FUNCIONALIDADES DE UNA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE PERCEPCIÓN REMOTA PARA UN SECTOR AGRÍCOLA COLOMBIANO BASADO EN LA NORMA INTERNACIONAL NF EN 12973:2000-06

de información y finalmente actores sociales. Es posible que un solo actor se encuentre en más de una categoría dependiendo su naturaleza o función.

Imagen 1. Mapeo de actores



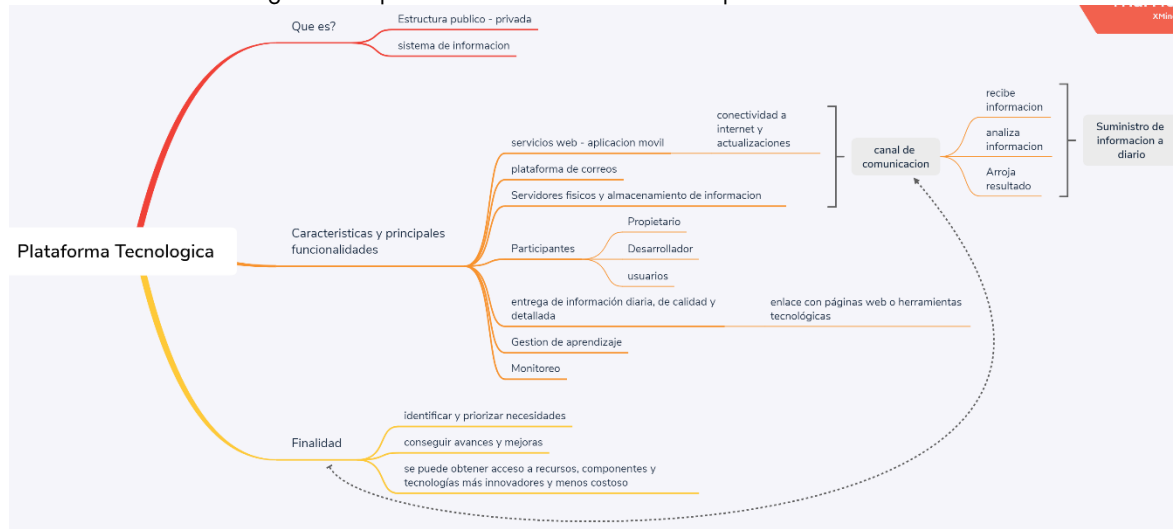
Fuente. Autor

4. Funcionalidades de la plataforma

Con base en la información recopilada a lo largo del estudio se identificaron las funcionalidades y características básicas con que debe contar la plataforma, en la siguiente imagen se encuentra resumida.

IDENTIFICACIÓN DE RELACIONES ENTRE LAS NECESIDADES DE LOS ACTORES Y LAS FUNCIONALIDADES DE UNA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE PERCEPCIÓN REMOTA PARA UN SECTOR AGRÍCOLA COLOMBIANO BASADO EN LA NORMA INTERNACIONAL NF EN 12973:2000-06

Imagen 2. Mapa mental funcionalidades de la plataforma de sensoro remoto



Fuente. Autor

5. Referencias

- Aerocivil, A. C. U. administrativa especial. (n.d.). Reglamentación. Retrieved March 28, 2019, from <http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/sistema-de-aeronaves-pilotadas-a-distancia-rpas-drones/reglamentacion>
- ANDI. (2017). *Agroindustria. Hacia la transformación de la cadena de valor agroindustrial*. Retrieved from <http://proyectos.andi.com.co/Libro2/Paginas/assets/docs/capitulo-07.pdf>
- Bansod, B. K., Kumar, T., Thakur, R., Rana, S., & Singh, I. (2017). A review on various electrochemical techniques for heavy metal ions detection with different sensing platforms. *Biosensors and Bioelectronics*, 94(January), 443–455. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2017.03.031>
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37(3), 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>
- Brussaard, L., De Ruiter, P. C., & Brown, G. G. (2007). *Soil biodiversity for agricultural sustainability*. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.013>
- Castellanos Domínguez, O. F. (2012). RETOS Y NUEVOS ENFOQUES EN LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y EL CONOCIMIENTO. *Universidad Nacional de Colombia*, 15(47), 63–65. Retrieved from <http://www.umar.mx/revistas/47/470500.pdf>
- CECAR, C. universitaria del caribe. (2019). SIGC - Plataforma Tecnológica. Retrieved May 10, 2019, from <https://calidad.cecar.edu.co/tic/plataforma-tecnologica.html>
- Chatoney, M., Gunther, F., & Touhami, F. said. (2016). *Les outils de l' analyse fonctionnelle dans les pratiques enseignantes en technologie*. 10(1), 23–38.
- Conde, D., & APD. (2017). Cómo volar legalmente drones en Colombia? Retrieved March 28, 2019, from <https://www.apd.org/2017/07/03/como-volar-legalmente-drones-en-colombia/>
- Congreso de Colombia. *Ley 29 de 1990*. , (1990).
- Congreso de Colombia. *Ley 1010 de 1993, Ley general de desarrollo agropecuario y*

- pesquero. , (1993).
- Congreso de Colombia. *LEY 607 DE 2000.* , (2000).
 - Congreso de Colombia. *Ley 1731 de 2014.* , (2014).
 - Congreso de Colombia. *Ley 1753 de 2015.* , (2015).
 - DANE. (2016). *3er. Censo Nacional Agropecuario. Tomo II. Resultados.* Retrieved from <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>
 - FAO, F. and agriculture organization of the united nations. (2015). *World fertilizer trends and outlook to 2018.* Retrieved from www.fao.org/publications
 - Ghazawneh, A., & Henfridsson, O. (2013). Balancing platform control and external contribution in third-party development: The boundary resources model. *Information Systems Journal*, 23(2), 173–192. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2575.2012.00406.x>
 - Gowravaram, S., Flanagan, H. P., Tian, P., & Chao, H. (2018). *Prescribed Fire Monitoring Using KHawk Unmanned Aircraft Systems: Initial Flight Test Results.* Retrieved from http://people.ku.edu/~h512c315/FireUAS_UMS2018.pdf
 - Jensen, T., Apan, A., & Zeller, L. (2009). *Crop maturity mapping using a low-cost low-altitude remote sensing system.* Retrieved from https://eprints.usq.edu.au/7147/3/Jensen_Apan_Zeller_SSC_2009_PV.pdf
 - Jin, X., Kumar, L., Li, Z., Feng, H., Xu, X., Guijun, Y., & Wang, J. (2018). A review of data assimilation of remote sensing and crop models. *European Journal of Agronomy*, 92(November 2017), 141–152. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.11.002>
 - Johnson, Jan. (2012). Precision Agriculture: Higher Profit, Lower Cost. Retrieved April 24, 2019, from <https://www.precisionag.com/institute/precision-agriculture-higher-profit-lower-cost/>
 - Khanal, S., Fulton, J., & Shearer, S. (2017). An overview of current and potential applications of thermal remote sensing in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 139, 22–32. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.05.001>
 - Khosla, R. (2013). Precision Agriculture and Global Food Security. Retrieved April 24, 2019, from <https://2009-2017.state.gov/e/stas/series/212172.htm>
 - MADR. (2018). *IMPLEMENTACIÓN GENERACIÓN DE INGRESOS Y DESARROLLO DE CAPACIDADES PRODUCTIVAS NACIONAL.* Retrieved from https://spi.dnp.gov.co/App_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/2014011000107.pdf
 - MICINN, M. de ciencia innovacion y universidades de españa. (2019). Plataformas tecnológicas. Retrieved April 1, 2019, from <http://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.6f2062042f6a5bc43b3f6810d14041a0/?vgnnextoid=844cb292d3ff4410VgnVCM1000001d04140aRCRD>
 - OIT, O. I. del T. (2005). *Una organización de empleadores eficaz.* Retrieved from [https://books.google.com.co/books?id=IkUFRWO64doC&lpg=PT16&dq=quien propuso la metodologia pestel&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=quien propuso la metodologia pestel&f=false](https://books.google.com.co/books?id=IkUFRWO64doC&lpg=PT16&dq=quien+propuso+la+metodologia+pestel&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=quien+propuso+la+metodologia+pestel&f=false)
 - Pádua, L., Vanko, J., Sousa, J. J., Adão, T., Morais, R., Hruška, J., & Peres, E. (2017). UAS, sensors, and data processing in agroforestry: a review towards practical applications. *International Journal of Remote Sensing*, 38(8–10), 1–43. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1297548>

- Shuradze, G., & Wagner, D. (2015). Technological Platforms and Innovation: Review, Integration, and Extension. *Twenty-First Americas Conference on Information Systems*, (Gawer 2014), 1–13.
- Sugiura, R., Noguchi, N., & Ishii, K. (2007). Correction of Low-altitude Thermal Images applied to estimating Soil Water Status. *Biosystems Engineering*, 96(3), 301–313. <https://doi.org/10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2006.11.006>
- Tripodi, A., Ageno, W., Ciaccio, M., Legnani, C., Lippi, G., Manotti, C., ... Testa, S. (2018). Position paper on laboratory testing for patients on direct oral anticoagulants. A Consensus Document from the Siset, FCSA, SIBioC and SIPMeL. *Blood Transfusion*, 16(5), 462–470. <https://doi.org/10.2450/2017.0124-17>
- UDIMA, U. a distancia de madrid. (2019). Plataformas tecnológicas | UDIMA. Retrieved May 10, 2019, from <https://www.udima.es/es/plataformas-tecnologicas-master.html>
- Wójtowicz, M., Wójtowicz, A., & Piekarczyk, J. (2016). Application of remote sensing methods in agriculture. *INTERNATIONAL JOURNAL OF THE FACULTY OF AGRICULTURE AND BIOLOGY*, 11(1), 31–50.
- Yannou, B. (1997). Analyse Fonctionnelle et Analyse de la Valeur. *Conception de Produits Mécaniques: Méthodes, Modèles et Outils*, 1–18. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228740139_Analyse_fonctionnelle_et_analyse_de_la_valeur
- Zalevsky, Z., Ilovitsh, T., Ilovitsh, A., & Beiderman, Y. (2015). *Remote photonic nano-vibrations sensing and nanoparticles based nanoscopy*. 3, 462–463.
- Zarco Tejada, P. J., González Dugo, V., & Berni, J. A. J. (2012). Fluorescence, temperature and narrow-band indices acquired from a UAV platform for water stress detection using a micro-hyperspectral imager and a thermal camera. *Remote Sensing of Environment*, 117, 322–337. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2011.10.007>

Sobre los autores

- **Francy Pascagaza:** Tecnóloga en producción industrial del SENA, estudiante de Ingeniería Industrial y participante del semillero de investigación Econciencia y grupo de investigación del Agua y desarrollo sostenible de la Universidad Central. fpascagazal@ucentral.edu.co
- **Brayan Barragán:** Estudiante de Ingeniería Industrial, participante del semillero de investigación percepción remota aplicado a la agricultura de la Universidad Central. bbarraganc@ucentral.edu.co
- **Katherin Salazar:** Estudiante de Ingeniería Ambiental, participante del semillero de investigación Econciencia y grupo de investigación del Agua y desarrollo sostenible de la Universidad Central. ksalazarm@ucentral.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)