

Plataformas Tecnológicas que Ayudan en el Proceso de Toma de Decisiones Usando Data Mining en Agricultura 4.0

Martha Elisa Cuasquer Mora¹

mcuasquer@ucompensar.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-6589-8999>

Fundación Universitaria Compensar
UCOMPENSAR

Oscar Loyola

oscar.loyola@uautonoma.cl

<https://orcid.org/0000-0001-9355-2346>

Universidad Autónoma de Chile
UA

Eduardo Carrillo

ecarrill@unab.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-0868-940X>

Universidad Autónoma de Bucaramanga
UNAB

Fran Edward Pérez

fedwardperez@ucompensar.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-1967-4692>

Fundación Universitaria Compensar
UCOMPENSAR

Jhon Duque

jjduquemail@yahoo.es

<https://orcid.org/0000-0003-3411-9205>

Centro Tecnológico Agrícola
CTA

Carlos Alberto Herrera Heredia

cherrera@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0001-6589-8999>

Corporación Colombiana de Industria
Agropecuaria Agrosavia
C.I Tabaitatá AGROSAVIA

RESUMEN

Debido a la ausencia de un monitoreo constante de plataformas en tiempo real que permitan la gestión de la información de manera inmediata se ha notado la creciente necesidad de implementar plataformas web que permitan hacer el registro de distintas cantidades de productos agrícolas que se pueden recoger mediante sensores y que serían posibles de monitorear en aras de buscar una posible solución para la mitigación de la pobreza en la agricultura y la escasez de productos agrícolas por los elevados costos de los insumos para los campesinos lo que les dificulta la producción y sostenibilidad para Colombia. La metodología que se va a implementar para la generación de este estado del arte es de tipo meta análisis en donde se realiza una revisión bibliográfica entre los años 2017 a 2022 con el ánimo de recolectar información que se dirija hacia conocer los distintos parámetros que son necesarios para la construcción de una plataforma de análisis de datos que permita hacer la generación de reportes estadísticos que conduzcan hacia un proceso de toma de decisiones que coadyuve a los campesinos a mejorar sus ingresos y conocer de forma acertada el estado del clima en tiempo real. Por lo tanto, en este paper se presenta el diseño y modelado UML de una plataforma agrícola que permite el análisis de la información disponible acerca de los distintos productos agrícolas que se encuentran disponibles llegando a examinar hasta que punto se está realizando esta recolección de información y donde se puede comenzar a realizar una red de sensores para Funza, Mosquera y Madrid en Cundinamarca.

Palabras claves: análisis; agricultura; decisions; plataformas; data mining; IoT

¹ Autor principal

Correspondencia: mcuasquer@ucompensar.edu.co

Technological Platforms that Help in the Decision Making Process Using Data Mining in Agriculture 4.0

ABSTRACT

Due to the absence of constant monitoring of real-time platforms that allow the management of information immediately, it has been noticed the growing need to implement web platforms that allow the registration of different quantities of agricultural products that can be collected by sensors and that would be possible to monitor in order to find a possible solution for poverty alleviation in agriculture and the shortage of agricultural products due to the high costs of inputs for farmers which hinders their production and sustainability for Colombia. The methodology to be implemented for the generation of this state of the art is of meta-analysis type where a literature review is performed between the years 2017 to 2022 with the aim of collecting information that is directed towards knowing the different parameters that are necessary for the construction of a data analysis platform that allows the generation of statistical reports that lead to a decision-making process that helps farmers to improve their income and accurately know the state of the climate in real time. Therefore, this paper presents the design and UML modeling of an agricultural platform that allows the analysis of the available information about the different agricultural products that are available and examines the extent to which this information collection is being done and where to start building a sensor network for Funza, Mosquera and Madrid in Cundinamarca.

Keywords: analysis; agriculture; data mining; platforms; IoT

*Artículo recibido 20 septiembre 2023
Aceptado para publicación: 28 octubre 2023*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha hecho posible encontrar que los datos agrícolas en Colombia se encuentran administrados por el Ministerio de Agricultura haciendo énfasis en Agronet y la UPRA, según datos suministrados en entrevista realizada con el Ministerio de manera telefónica y llamada de la cual se obtuvo que es posible tener acceso a los datos y trazar algún tipo de convenio hasta lograr establecer las necesidades reales de información que aún requiere ser recolectada o de datos que requieren ser analizados.

Por lo tanto, se ha hecho necesario la generación del presente proyecto de investigación que se dirige hacia la generación de una plataforma de monitoreo agrícola remoto que permita conocer a ciencia cierta las cantidades de productos agrícolas que existen, se tienen de forma potencial o se pueden tener en existencias de tal forma que se aceleren las ganancias para todo el ciclo de producción agrícola. Entre una de las tareas que se buscan con la realización de este proyecto también se encuentra la identificación de fuentes de dinero que permitan la inversión en la gestión de prototipos piloto que puedan ser puestos a prueba en el campo y mostrar que se tiene una alternativa de solución pronta para cada problema agrícola que tal vez los campesinos no creen posibles de solucionar.

A continuación, se presenta una revisión de las plataformas agrícolas que se encuentran disponibles de manera comercial además de una revisión de los términos fundamentales para la construcción o deconstrucción del ciclo productivo agrícola actual en comparación con el que ya existía.

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes

A nivel Internacional se tiene Arias y Araya (2021), que han realizado la construcción del documento Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas 2021-2022 en donde es posible observar que las prioridades para sistemas agroalimentarios se deben dirigir hacia infraestructura verde para mitigación del cambio climático de tal forma que se promueva el acceso universal a la seguridad social y el impulso de nuevas tecnologías para fomentar la capacidad productiva, se busca además resolver el tema de sobreendeudamiento de familias y explotación productiva. Es importante este documento porque se realiza la revisión de más de 200 referencias bibliográficas relacionadas con el tema de la agricultura y el desarrollo rural a nivel de Latinoamérica.

Entre los artículos más recientes identificados a nivel Nacional en la red se tiene el artículo titulado: Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual realizado por Paolo, de los Santos, Badillo y Rodríguez (2019), donde se realiza una revisión actual de las aplicaciones entorno al Internet de las cosas IoT en agricultura y mediante la recopilación de distintos proyectos se lograron establecer dos categorías de revisión. En primera instancia se tiene tecnologías IoT aplicadas a la agricultura divididas en capa de percepción y capa de red y identificando desarrollos aplicados para América Latina auspiciando un panorama fructífero para futuros trabajos de investigación. Este antecedente es útil para este proyecto de investigación porque permitió conocer una panorámica amplia de aplicación de la tecnología IoT y otro aspecto importante.

Dentro de las áreas de crecimiento que se pueden evaluar a través de la incorporación de RIoT - considerando la definición brindada por Nejkovic, V et al. (2020) se expone en el trabajo de S. Namani et al.(2020), donde se exploran aplicaciones para la medición y obtención de datos desde los cultivos por medio del empleo de Drones

A nivel regional se tiene el artículo de Cubides, Lugo y Cubides (2020), titulado agricultura familiar y plataformas digitales en el contexto de la COVID 19, iniciativas de América del Sur y que se trata iniciativas que se pueden trazar mediante el uso de redes sociales como método para la promoción de TIC que ayuden a la práctica de agricultura familiar a raíz de los efectos de COVID -19. Es interesante para la realización del presente proyecto de investigación porque realiza la revisión de 36 fuentes de información actualizada y significativa para los resultados de la presente investigación donde Fruvi es una de las plataformas agrícolas de comercio agrícola disponibles en el mercado colombiano y que se realizó con pequeños productores.

MARCO TEÓRICO

Uso de herramientas digitales ligado a conectividad

De acuerdo con Arias y Araya (2022), el uso de herramientas digitales se ha extendido ampliamente en Latinoamérica y más debido a los efectos negativos de la pandemia por COVID -1 9, se puede observar por lo tanto que más del 53% de las empresas encuestadas opina que el aumento en la demanda de bienes y servicios en línea se llevará a cabo de manera permanente y se presentan tres tendencias: consumidores menos compradores físicos, puntos de venta cerrados y aumento de ventas online y

entregas a domicilio. Otro aspecto relevante es que estos procesos de digitalización en las cadenas de suministro y consumo de alimentos no son homogéneos, sino que dependen de factores como nivel de ingresos, nivel educativo y acceso a la infraestructura digital siendo la conectividad una condición necesaria pero no suficiente para llegar a la apropiación del valor que producen las tecnologías digitales. Cabe hacer un pequeño paréntesis y definir que las Tecnologías digitales son un conjunto de equipos y sistemas informáticos que incluyen la gran variedad de dispositivos y desarrollos electrónicos que permiten la adquisición de servicios y beneficios y entre estas bondades las tecnologías habilitan la generación y procesamiento de grandes cantidades de información haciendo que se obtengan mayores poderes de decisión y se facilite la operación, por lo tanto. Otro de los conceptos fundamentales que atañe a este proyecto de investigación es el de agricultura digital AD donde se incorporan tecnologías digitales en los procesos y etapas de las actividades agrícolas o agropecuarias dando lugar a lo que se conoce como agricultura inteligente o agricultura 4.0 donde se usan como sinónimos de agricultura digital. Por lo tanto, de acuerdo con la OCDE las tecnologías digitales con posibles aplicaciones en la agricultura incluyen el uso de IoT, robots, drones, big data, cloud, IA y blockchain. La adopción de este tipo de tecnologías requiere de un manejo de la información como análisis, planificación, control inteligente de procesos de producción, transformación y comercialización de productos agrícolas.

Beneficios y riesgos de las Tecnologías digitales

La incorporación de Tecnologías digitales a los sistemas agrícolas tiene beneficios de tipo económico, ambiental, social y de gobernanza de la agricultura y de áreas rurales, por ende estos beneficios se asocian a la posibilidad de aumentar la eficiencia y reducir asimetrías de información y costos transaccionales como también se puede observar un aumento de puntos de entrada a lo largo de la incorporación de tecnologías digitales que aumentan la producción y la resiliencia disminuyendo los impactos de tipo ambiental y externalidades negativas aumentando la transparencia contribuyendo la comunicación e integración de actores, condiciones de vida y trabajo rural, accesibilidad a alimentos y hábitos de consumo. Otro beneficio importante de las tecnologías digitales es que se facilita el apoyo y la integración de personas que se encuentran en zonas apartadas ofreciendo la oportunidad de reconectar a los jóvenes con las actividades rurales, ofreciendo oportunidades de desarrollo y haciendo más confortable la vida rural acelerando el proceso de digitalización según Arias y Araya (2022).

Como un riesgo muy tangible con el uso de tecnologías digitales se tiene un grande incremento de las desigualdades dentro de la comunidad rural y acelerar la exclusión de quienes no logren incorporarlas, por otra parte este uso de tecnologías digitales recae en un cambio de roles para uso del poder, generando exclusión por inadaptación al uso de las tecnologías digitales y por último si bien se genera automatización en los procedimientos se genera una gran exclusión de los trabajadores como se puede apreciar en Arias y Araya (2022).

Smart grids y su uso en agricultura

De acuerdo con customer service team (2013) y lo que se expone en el trabajo de S. Odara et. Al (2015), el concepto de Smart Grid ampliamente usado en el tema de cobertura energética debe ser vinculado con las redes de sensores en el área de la agricultura, que son necesarios para hacer el monitoreo en terrenos sembrados de una forma eficiente y conectado directamente a la nube de tal forma que se evite la pérdida instantánea de información lo que conduce a una gran cantidad de datos que deben ser procesados de manera inmediata tanto por los agricultores como por los gestores e integradores de la información que se encuentra adquiriendo.

Como describe J. Liu et. Al (2018), el empleo de energías en el contexto de la agricultura debe estar asociado al uso correcto de las energías limpias, suministrando soluciones a esta área sin ser un factor contaminante. En este contexto y como retrata el autor es posible apreciar tres desafíos: 1.- Capacidad de almacenamiento de energía en las áreas rurales; 2.- Confiabilidad del suministro energético en las áreas rurales, 3.- Cambio en las demandas producto de la mecanización y electrificación en la operación del sector agro; Bajo esta perspectiva es donde se establecen líneas de crecimiento que pueden ser exploradas y se tornan como un elemento clave de crecimiento en Latinoamérica.

Plataformas agrícolas Digitales en Colombia

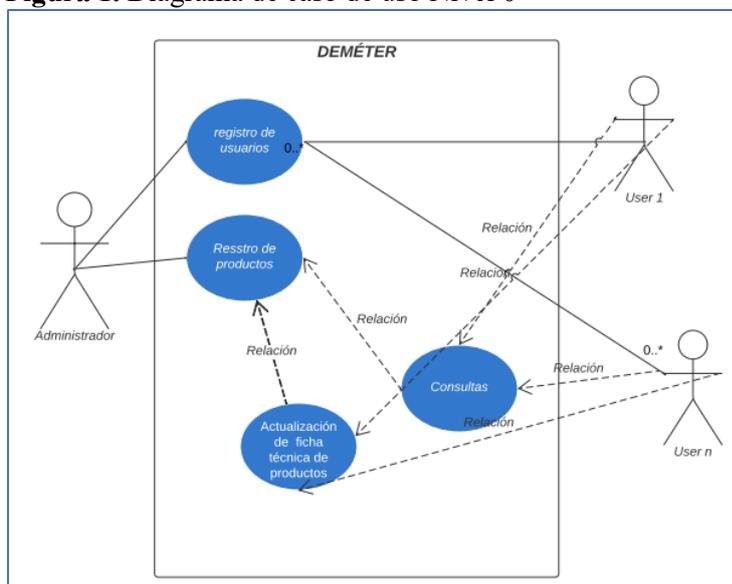
De acuerdo con Tovar, De los Santos, Badillo y Rodríguez (2019), es necesario la intervención de tecnologías como IoT en el campo siempre que se realice un análisis del impacto que estas pueden tener de tal forma que no exista un impacto negativo. De acuerdo con esta investigación la mayoría de proyectos de agricultura hacen uso de herramientas como Arduino y Raspberry Pi siendo implementados con sensores se fácil manejo e implementación y que permiten obtener señales en tiempo real. En cuanto a la capa de red se puede visualizar que las tecnologías que se usan son GPS y

LoRa, la primera porque permite el mapeo de los suelos de producción para mejorar la producción y la segunda porque permite el uso de una red de datos, aunque también se puede ver el uso de Zigbee en el sector rural. Por lo tanto, es posible afirmar que es necesario la implementación de tarjetas, protocolos y dispositivos que permitan la investigación en agricultura de tal forma que se pueda monitorear sistemas de riego, automatización de procesos de cultivo, mapeo de datos por cosecha y gestión de la agricultura en general de tal forma que exista una apropiación de los resultados en doble vía tanto por parte de la población rural como la comunidad académica.

En cuanto a plataformas digitales agrícolas de información con las que cuenta Colombia se tiene Agronet (2023) en donde se cuenta con información estadística pero que puede complementar para que sea en tiempo real. También es interesante los aportes que se pueden encontrar en la red de información en ciencia & tecnología agrícola y afines de Colombia RIDAC (2019) y RECIA Red Colaborativa de Información Agropecuaria disponible en UPRA (2022).

RESULTADOS

Figura 1. Diagrama de caso de uso Nivel 0



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el modelado UML de la plataforma que se ha creado y que llevaría como nombre SISTEMA DE APOYO AGRICOLA EN TIEMPO REAL DIMIITRIA.

En la figura 1 realizada mediante Lucidchart, se puede apreciar que debe existir un administrador de la plataforma que sería el encargado de revisar el flujo de la información en la plataforma y los usuarios

de 1 a n de tal forma que se simula a cada uno de los agricultores que serían los encargados de actualizar constantemente la información en la plataforma web; en cuanto a la implementación del diseño se ha elegido la plataforma ArcGIS.

Inicialmente, se comenzará a capacitar agricultores de la zona de Funza, Mosquera y Madrid en Cundinamarca que deseen participar del proyecto y conocer la aplicación y de esta forma comenzar con el uso del aplicativo.

DISCUSIÓN

En cuanto a las plataformas de agricultura que se usan en la actualidad se puede observar que se encuentran ampliamente usadas de forma comercial y que están distribuidas a distintos niveles de adquisición económico, limitando o facilitando los intereses diferentes de los productores, proveedores y consumidores pero para el caso colombiano es bastante visible la necesidad de sistemas unificados que permitan una amplia exploración de los recursos agrícolas y agropecuarios disponibles de tal forma que pueda orientar y beneficiar a los productores que son el corazón del agro y en donde cabe un gran número de interacciones y planes de capacitación a largo plazo para que puedan apropiarse de manera adecuada del conocimiento digital e incluso se conviertan en usuarios digitales y empresarios que se orienten hacia la exportación de productos agrícolas de tipo exportación.

Como se puede ver en Rea-Sánchez, Maldonado-Cevallos, Villao-Santos (2015), los sistemas de información Geográfica SIG se consolidan como una herramienta básica que facilita el acceso a la información agrícola conllevando a un inevitable avance de revolución tecnológica y permitir que se compita a nivel mundial dando un cambio positivo a los procesos agroindustriales de tal manera que se da una mejora significativa en las exportaciones de productos.

Con relación a la aplicación de las plataformas agrícolas usando las TIC se tiene un avance importante en la agricultura familiar que se describe en Cubides-Zuñiga, N.; Lugo-Montilla, I; Cubides-Zuñiga, E. (2020), en donde se puede apreciar la influencia que ha tenido el avance tecnológico permitiendo que se rompan las barreras de la presencialidad y sea posible conseguir alimentos por medio de las plataformas web que se tienen implementadas en distintos países dado que en Colombia aunque se cuenta con las plataformas no se tiene un avance considerable y unificado que permita el acceso a nivel mundial y que se puedan observar cifras en tiempo real por lo cual se hace posible con este proyecto de

investigación identificar la necesidad de continuar investigando y realizando una adecuada transformación de las distintas comunidades a nivel de la digitalización.

CONCLUSIONES

Basados en el análisis realizado sobre la literatura, fue posible describir múltiples líneas de acción tecnológicas que permitirían una agricultura mucho más tecnificada lo que podría visualizarse en mejora en el desempeño de los predios agrícolas. Algunas de las líneas analizadas se tratan de manera general en el documento como es Smart Grids y las aplicaciones de IoT a través de diferentes canales. Para esto es necesario establecer proyectos a gran escala de inversión donde instituciones como COMPENSAR tiene la bandera como un aliado de la comunidad por excelencia junto con entidades como AGROSAVIA, CTA, entre otras.

La aplicación realizada mediante la plataforma ArcGIS permitió identificar los sectores agrícolas de las zonas de Funza, Mosquera y Madrid de tal forma que fue posible identificar distintas comunidades agrícolas que se pueden seguir trabajando en futuros proyectos de alfabetización que se derivan del presente proyecto de investigación.

De igual forma entre los proyectos PIC, PA y Retos que se trabajaron como desarrollo de investigación en el aula de han desprendido varias propuestas agrícolas que permiten aplicar los conocimientos aprendidos en distintas asignaturas como Conmutación y Teletráfico, Seguridad de las Telecomunicaciones, Seguridad de la Información y las clases de Introducción a las redes de datos.

Agradecimientos

Los autores agradecen de manera especial a la fundación universitaria UCOMPENSAR desde su programa de Ingeniería de Telecomunicaciones, la Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB y a las empresas AGROSAVIA y CTA por permitir la ejecución de proyectos que tienen carácter social y sostenible orientados a la agricultura sostenible y su inclusión en la cultura digital.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arias, J. y Araya, M. (2021). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las américas. Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022. Disponible en: [PERSPECTIVAS DE LA AGRICULTURA Y DEL DESARROLLO RURAL EN LAS AMÉRICAS \(cepal.org\)](https://repositorio.cepal.org/es/publicaciones/1/s1600173/es)

- Agronet. (2023). Red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano. Recuperado de: <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>
- Beleño Sáenz, Kelvin de Jesús; Berrío Pérez, Julie Stephany; Pardo García, Aldo; Gualdrón Guerero. (2013). Oscar Eduardo Diseño de una smart grid para un sistema híbrido de energía PROSPECTIVA, vol. 11, núm. 2, julio-diciembre, 2013, p. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250736012.pdf>
- Comisión Europea. (2022). Smart Grid in Agriculture. Disponible en <https://ses.jrc.ec.europa.eu/smart-grid-agriculture>
- Cubides-Zuñiga, N.; Lugo-Montilla, I; Cubides-Zuñiga, E. (2020) Agricultura familiar y plataformas digitales en el contexto de la COVID-19. Iniciativas de América del Sur Family farming and digital platforms in the context of COVID-19. South American initiatives. Espacio Abierto, vol. 29, núm. 4, pp. 85-105, 2020 Universidad del Zulia. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/122/12265803005/movil/>
- Customer service team (2013). Smart Grid: paneles solares y agricultura conjunta. Recuperado de: <https://www.smartgridcostarica.com/2013/11/30/paneles-solares-y-agricultura-conjunta/>
- Díaz Andrade, Carlos Andrés; Hernández, Juan Carlos. (2011). Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica – Estado del Arte Sistemas & Telemática, vol. 9, núm. 18, julio-septiembre, 2011, pp. 53-81 Universidad ICESI Cali, Colombia. Disponible en: [Redalyc.Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica – Estado del Arte](https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250736012.pdf)
- Liu, J., Chai, Y., Xiang, Y., Zhang, X., Gou, S., & Liu, Y. (2018). Clean energy consumption of power systems towards smart agriculture: roadmap, bottlenecks and technologies. *CSEE Journal of Power and Energy Systems*, 4(3), 273-282.
- Luna, D, Zenteno, A., Santiago, Y., Romero, Y, Pérez, J. y Rubín, G. (2020). Metodología para controlar un robot móvil con lógica difusa. Disponible en : [Metodología para controlar un robot móvil con lógica difusa \(ipn.mx\)](https://www.ipn.mx)
- Minciencias. (2022). Convocatoria No 32. Recuperado de:

<https://minciencias.gov.co/convocatorias/plan-convocatorias-asetei-2021-2022/convocatoria-para-la-conformacion-un-listado-1>

Nejkovic, V., Petrovic, N., Tomic, M., & Milosevic, N. (2020). Semantic approach to RIoT autonomous robots mission coordination. *Robotics and autonomous systems*, 126, 103438.

Odara, S., Khan, Z., & Ustun, T. S. (2015, July). Integration of Precision Agriculture and SmartGrid technologies for sustainable development. In *2015 IEEE Technological Innovation in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR)* (pp. 84-89). IEEE.

Ojeda, A. (2022). Plataformas tecnológicas en la Agricultura 4.0: Una mirada al desarrollo en Colombia. Recuperado de: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/CESTA/article/view/3975/4009#citations>

Rea-Sánchez, Víctor; Maldonado-Cevallos, César; Villao-Santos, Freddy Los Sistemas de Información para lograr un desarrollo competitivo en el sector agrícola Revista Ciencia Unemi, vol. 8, núm. 13, abril-, 2015, pp. 122-129 Universidad Estatal de Milagro. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663827014.pdf>

Ridac. (2019). Red de información documental agropecuaria de Colombia. Recuperado de: <https://www.agronet.gov.co/ridac/Documents/7.%20Pol%C3%ADticas%20y%20lineamientos%20Red%20CyT%20agr%C3%ADcola.pdf>

Ruvalcaba Coyaso, Francisco Javier; Vermonden, (2015). Anais Lógica difusa para la toma de decisiones y la selección de personal Universidad & Empresa, vol. 17, núm. 29, julio-diciembre, 2015, pp. 239-256 Universidad del Rosario Bogotá, Colombia. Disponible en: [Redalyc.Lógica difusa para la toma de decisiones y la selección de personal](#)

S. Namani and B. Gonen, "Smart Agriculture Based on IoT and Cloud Computing," *2020 3rd International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT)*, 2020, pp. 553-556, doi: 10.1109/ICICT50521.2020.00094.

Sotomayor, O., Ramírez, E., Martínez, H, (2022). Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina. Disponible en: [Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina \(cepal.org\)](#)

Tovar, J., Solórzano, J., Badillo, A. y Rodríguez, G. (2019). Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual. Universidad Católica Luis Amigó. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/6139/613964509009/html/>

UPRA. (2022). Informe de gestion 22 Primer semestre. Recuperado de: https://upra.gov.co/es-co/Informes_Gestion/Consolidado_UPRA_vf.pdf