

*Research Paper*

## Estado del Arte del uso de plataformas agrícolas a nivel del mundo

### State of the art of the agricultural platforms around the world

*Submitted in 23, March 2023**Accepted in 07, July 2023**Evaluated by a double-blind review system***MARTHA ELISA CUASQUER MORA<sup>1\*</sup>****DIEGO ANDRES ROJAS BASTILLA<sup>2</sup>**

#### RESUMEN

**Objetivo:** Hoy en día se hace necesario el uso de plataformas tecnológicas para casi todo tipo de monitoreo de eventos, en especial se hace necesario para el caso de Colombia la creación de una plataforma que permita realizar el monitoreo de cultivos en tiempo real de tal manera que se pueda tener resultados estadísticos de cantidades de productos que se pueden tener a disposición en caso de lograr obtener una demanda internacional de un tipo de producto alimenticio en particular; esto con el fin de lograr producir recursos directos para el campesinado que son los directos productores en Colombia, esperando con el tiempo lograr una industrialización que permita no solo la exportación de materia prima alimenticia sino productos procesados.

**Metodología:** Para el desarrollo de este paper, se usó la metodología de meta-análisis que se basa en la revisión tres artículos actuales de categoría indexada que contengan un gran número de revisiones de al menos cinco años hacia atrás de tal manera que dos de los artículos se encuentran a favor de la realización de este tipo de proyectos de investigación y uno se encuentra en contra o no demuestra mucha favorabilidad ante este evento.

**Resultados:** Los resultados que se esperan obtener se orientan hacia la generación de un review a nivel mundial, así como el diseño y planteamiento de un software que permita la consulta interactiva de los campesinos de una forma amigable y puedan saber que tipos de productos a nivel mundial se encuentran en alta demanda.

**Originalidad:** Este paper es totalmente original y se autoriza su consulta con carácter académico y comercial, se recomienda consultar previamente a la autora principal de la fundación universitaria COMPENSAR por derechos de autor.

**Palabras clave:** Agricultura, Antenas, Mundial, Propagación, 5GSM.

#### ABSTRACT

**Purpose:** Nowadays it is necessary to use technological platforms for almost all types of event monitoring, especially it is necessary for the case of Colombia the creation of a platform that allows the monitoring of crops in real time so that you can have statistical results of quantities of products that can be available in case of obtaining an international demand for a particular type of food product; this in order to produce direct resources for

---

<sup>1\*</sup> Corresponding author. Fundación Universitaria de Compensar, Colombia. E-mail: mcuasquer@ucompensar.edu.co

the farmers who are the direct producers in Colombia, hoping eventually to achieve an industrialization that allows not only the export of food raw material but processed products.

**Methodology:** For the development of this paper the meta-analysis methodology was used, which is based on the review of three current articles of indexed category that contain a large number of reviews of at least five years ago, in such a way that two of the articles are in favor of the realization of this type of research projects and one is against or does not show much favorability to this event.

**Results:** The expected results are oriented towards the generation of a worldwide review, as well as the design and approach of a software that allows the interactive consultation of farmers in a friendly way and they can know what types of products are in high demand worldwide.

**Originality:** This paper is totally original and its consultation is authorized for academic and commercial purposes. It is recommended to previously consult the main author of the university foundation COMPENSAR for copyrights.

**Keywords:** Agriculture, Antennas, Global, Propagation, 5GSM.

## 1. Introducción

El principal problema que se ha logrado identificar es la falta de interés que se experimenta hacia la realización de labores que se relacionan con la agricultura en Colombia, teniendo en cuenta que la mayor parte del territorio es de tipo rural. Pero cada día en las noticias es posible observar como los campesinos pequeños productores y pequeños comercializadores se encuentran ante un panorama de falta de demanda de sus productos mientras que otros países como Ecuador tienen productos a mas bajo costo que los que se producen en Colombia, por lo tanto surge la pregunta: ¿Cómo se puede construir una plataforma de tipo estadístico que permita registrar los datos de todos los ciclos productivos y cantidades de productos y además permita hacer una comparación entre la oferta y la demanda existentes a nivel mundial para productos colombianos de tal forma que no se continúen perdiendo los recursos agrícolas del campo colombiano?

Viene entonces a colación el hecho de justificar que la pertinencia de realizar un análisis de la existencia de una plataforma agrícola amigable para el campo colombiano es de primera necesidad dado que la brecha digital de 60 años está comenzando a tener efecto sobre Colombia convirtiéndolo en un país que se rezaga día tras día y donde nadie puede hacer nada para mejorar las condiciones a las que en la actualidad se enfrenta. Este proyecto resulta pertinente porque su aplicación es directamente para mejorar la calidad de vida de todos los colombianos y es innovador porque permitirá conocer que el acceso a las TIC no se está realizando como se debe porque de lo contrario no existirían campesinos que adopten medidas como tener que desperdiciar sus cosechas o lanzarlas a menor precio para que se pierdan dado que no existe quien compre los productos e incluso se compran otros que resultan importados y de menor valor.

De otro lado, los objetivos que se persiguen con la realización de este proyecto de investigación se enmarca centralmente en la construcción de una plataforma web amigable e inteligente para el sector agrícola de tal manera que permita conocer oferta y demanda de productos a nivel mundial para el caso especial colombiano y como objetivos específicos se tienen en primer lugar la identificación de las herramientas tecnológicas que en la actualidad se están usando a nivel mundial; en segundo lugar, realizar el diseño

de la plataforma amigable como se puede apreciar en Delgado, Giraldo, Millán, Zúñiga y Abadía (2006); que permita el intercambio de productos y el análisis de la oferta y la demanda a nivel mundial de tal manera que los productos agrícolas no se pierdan y que en su peor versión se recurra no a lanzarlos a la basura sino a producción de energía de tipo sostenible como se puede apreciar en Criollo (2021) o a su procesamiento y pulverización para ser almacenados y usados a largo plazo para la creación de otro tipo de productos como se puede apreciar en Almeida, Camejo y Santiesteban (2017) y Cubides, Lugo y Zúñiga (2020).

Con relación a la metodología que se requiere usar para la generación de este paper se centra en el uso de tres artículos dos en contra y uno a favor de tal forma que cada artículo sea actual y contenga gran cantidad de revisiones referenciales que le dan cuerpo a esta investigación por su alto contenido de conceptos y también por los desarrollos web que se logren identificar y que se orientan hacia la solución de esta problemática agrícola.

Posteriormente, se hace una presentación del diseño de Lenguaje de modelado unificado para la plataforma que se desea crear de tal manera que sea amigable con otras plataformas a nivel mundial y permita el intercambio de información de una manera fácil y acertada en especial para el sector agrícola porque serían los campesinos los que tienen la última palabra en cuanto a cantidades de productos que son capaces de generar con acompañamiento de ingenieros agrícolas.

Para culminar se ha realizado una discusión comparativa sobre las principales plataformas web que se han logrado identificar frente a las plataformas en Colombia, permitiendo encontrar las falencias que se requieren solventar en temas de programación para acelerar el tema de decisiones de oferta y demanda de productos agrícolas.

En la sección de conclusiones se presenta los principales apartes que fueron posibles determinar con la realización de este proyecto de investigación haciendo referencia a cada uno de los objetivos específicos y presentando los trabajos futuros que se desprenden de la realización de esta investigación.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Agricultura de Precisión**

Como se puede ver en Hernández (2021), la agricultura de precisión es una estrategia y según Ríos (2021) es una necesidad que recoge, procesa y analiza datos de forma temporal, espacial e individual y hace uso de la tecnología para respaldar decisiones según la variabilidad estimada y de esta forma hacer más eficiente los recursos para la productividad, la calidad y la sostenibilidad de la producción agrícola siendo esta una definición oficial de la International Society of Precision Agriculture ISPA.

Entre las principales tecnologías que se emplean para la agricultura de precisión se tienen las imágenes satelitales que se basan en el uso de imágenes que manifiestan las características de los cultivos en espectros no visibles para la vista humana tal como sucede con el infrarrojo. Es decir, existen combinaciones de colores o bandas espectrales que se conocen como índices de vigor, otro menos conocido es el índice de clorofila. De igual forma otra tecnología que ha influido directamente en el progreso de la agricultura de precisión es la maquinaria de conducción autónoma que se controla sola y está unida a un GPS que es capaz de monitorear la totalidad de una parcela, entre las características más notorias se tienen tecnologías guiadas, ultra precisas, transmisión de datos en tiempo real, control desde un portátil, reducción de costos, etc. Otra tecnología relevante son los

drones que toman cada vez más fuerza porque cuentan con cámaras multispectrales que permiten capturar datos y características del aire en grandes extensiones siendo más baratos que el uso de un satélite.

Otra tecnología sobresaliente es la sensorización de parcelas que consiste en estaciones de tipo meteorológico para medir variables como humedad ambiental, humedad relativa del suelo, temperatura en distintos niveles del suelo, dirección y velocidad del viento, así como su calidad, la radiación solar, la pluviometría, entre otras. Por otra parte, están los Sistemas de Información Geográfica SIG que permiten hacer un análisis de distintas fuentes de información geográfica tales como las imágenes aéreas y los datos de cosecha con maquinaria, haciendo posible que se acceda a los indicadores productivos y se pueda aplicar técnicas avanzadas como también acceso remoto como se puede apreciar en Cama-Pinto, Gil-Montoya, Gómez-López, García-Cruz y Manzano-Agugliaro (2014) y de igual forma en Campo, Corrales y Ledezma (2015).

## **2.2. Ventajas y desventajas de aplicar agricultura de precisión**

Entre las ventajas citadas en Hernández (2021), se puede anotar que es posible medir la variabilidad temporal y espacial, hacer un seguimiento de zonas de cultivo donde los cultivos no presentan una óptima producción, es posible hacer una buena gerencia del cultivo en grandes extensiones de tierra, se puede registrar un esquema real de tierras, se puede lograr un uso más productivo de los insumos y se minimiza la contaminación por el uso de estos, además se puede administrar mejor las cosechas y se posibilita el análisis de la información que se puede obtener para recolectar datos y de esta forma tomar excelentes decisiones para procesos agrícolas.

Entre las desventajas citadas por Hernández (2021), se tienen el alto costo tecnológico que no es accesible para todos los campesinos, no existe conocimiento de la tecnología por parte de los agricultores o campesinos, no es fácil conseguir personal que aprenda estas tecnologías rápidamente y que al tiempo se instale cerca de los cultivos agrícolas. Por otra parte dependen del buen funcionamiento de las telecomunicaciones en la zona y por último el mantenimiento y reparación de los equipos es costoso y requiere de personal especializado que conozca del tema tal como se puede apreciar en Rea-Sánchez, Maldonado-Cevallos y Villao-Santos (2015).

## **2.3. Antenas Microstrip para celular 5GSM**

Las líneas de transmisión plana consisten en una franja de material conductor que se separa de un plano de tierra usando un material dieléctrico donde la propagación se realiza fundamentalmente en modo de ondas electromagnéticas transversales TEM. Entre las principales limitaciones se tiene el acceso a altas frecuencias mayores a 6 GHz como se puede ver en Hinojosa y Garcés (2021) y Jordá (2021) y en cuanto a las pérdidas se tiene pérdidas en el conductor, pérdidas en el dieléctrico y pérdidas por radiación. En cuanto a la dispersión se tiene que para frecuencias mayores a los 6 GHz se presenta un efecto de dispersión tanto en la constante dieléctrica efectiva como en la impedancia  $Z$  de acuerdo con Perdomo y Vivas (2004).

Como se puede ver en Castrillón (2016), un solo parche de antena microstrip puede tener entre 70 y 90 grados con una ganancia que oscila entre los 3 a 7 dB. A continuación, se puede ver el funcionamiento de la antena de parche rectangular ATP como un elemento radiante, el parche puede verse como una sección ancha de línea microstrip que termina en un circuito abierto en los extremos y donde es un circuito resonante a frecuencias tales como la longitud  $b$  cercana a un múltiplo de media onda de longitud tal como se puede apreciar en la ecuación 1.

$$b \cong n \frac{\lambda d}{2} \tag{Ecuación 1}$$

Donde  $\eta$ , es un número entero y  $\lambda d$  denota la longitud de onda en el dieléctrico con constante dieléctrica  $\epsilon_r$  tal como se puede apreciar en la ecuación 2.

$$\lambda d = \frac{c_0}{f \sqrt{\epsilon_r}} \tag{Ecuación 2}$$

Donde  $c_0$  es la velocidad de la luz en el vacío y la configuración del dieléctrico en el parche corresponde a la primera resonancia con  $n=1$ . Por tanto, se puede apreciar que la dirección del campo eléctrico es normal al parche y plano metálico inferior del substrato como sucede en la línea microstrip y el campo eléctrico en la dirección vertical es constante. Esta apreciación es más válida cuánto más pequeño sea eléctricamente el espesor  $h$  del substrato. De esta forma la variación del campo eléctrico a lo largo de la dirección  $b$  del parche es sinusoidal con máximos en valor absoluto en los extremos y un nulo en el centro donde la variación en la dirección del parche por el eje  $x$  es nula en el centro. Y por lo tanto, la primera aproximación para la configuración del campo en el parche se puede expresar de la siguiente forma como se puede ver en las ecuaciones 3 y 4.

$$E = E_z \hat{z}; |E_z| = E_0 \cos \frac{\pi \left( y + \frac{b}{2} \right)}{b} \tag{Ecuación 3}$$

$$H = H_x \hat{x}; |H_x| = H_0 \sin \frac{\pi \left( y + \frac{b}{2} \right)}{b} \tag{Ecuación 4}$$

Por lo tanto, la expresión que determina la frecuencia de funcionamiento del parche se puede reescribir como se nota en la ecuación 5 donde  $q$  es el número real menor que la unidad, aunque cercano a ésta.

$$b = qn \frac{\lambda d}{2} \tag{Ecuación 5}$$

**2.4.Lenguaje de Modelado Unificado**

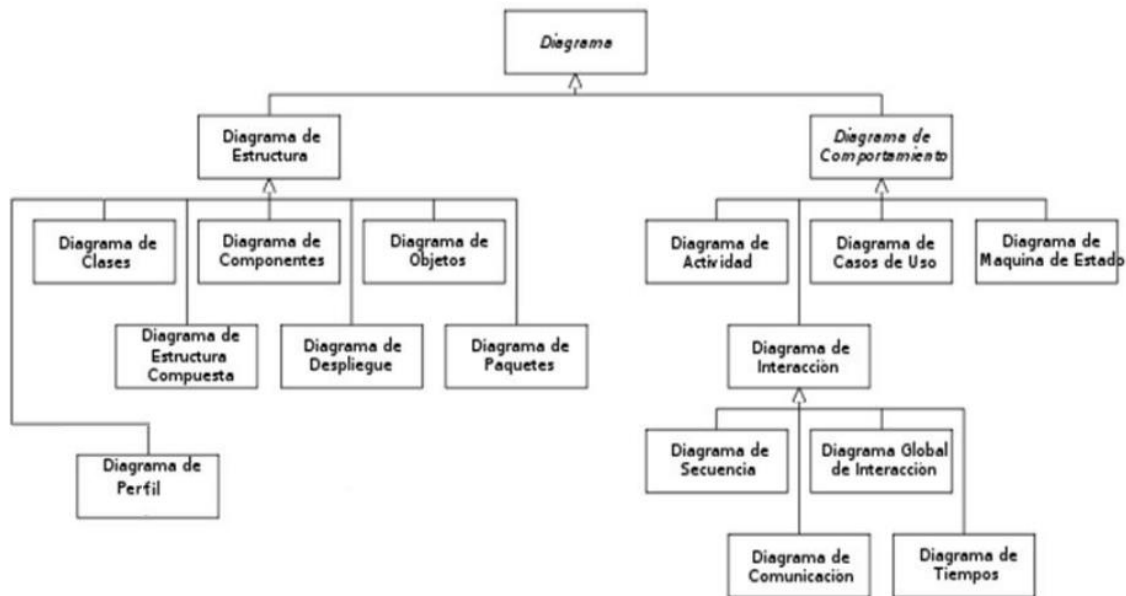
Los lenguajes de modelamiento UML para Sampedro (2013), tienen en general una sintaxis gráfica que necesita un tipo de descripción que se da mediante un metamodelo con el que se define el lenguaje para expresar el modelo y se describen los conceptos del modelo. Cada elemento de un modelo es una instancia una metaclase del metamodelo y una clase define sus objetos con una metaclase que define los elementos del modelo.

En cuanto a la arquitectura de 4 niveles hace referencia a un OMG en donde se permite distinguir entre los diferentes niveles conceptuales que intervienen en un modelado del sistema y a estos niveles se les denomina Mo, M1, M2 y M3. Donde MoF es Meta Object Facility o meta meta modelo que permite definir metamodelos como UML y UML es un metamodelo que permite definir modelos como una instancia MOF.

De igual forma los diagramas de UML tienen distintas perspectivas de un sistema y cada diagrama tiene fines diferentes dentro de un proceso de desarrollo siendo una

combinación de distintos elementos gráficos que se mezclan con el cumplimiento de unas reglas. En cuanto a los tipos de diagramas de UML se tienen los diagramas de estructura que permiten una vista estática del sistema y los diagramas de comportamiento que permiten una vista dinámica del sistema reflejando los cambios que se realizan de forma progresiva, en la figura 1 es posible observar un cuadro que refleja estos tipos de elementos gráficos.

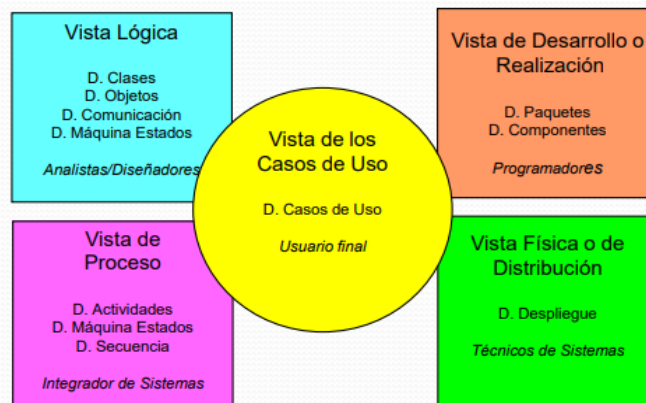
**Figura 1: Tipos de diagramas UML**



Fuente: Sampedro (2013)

Una teoría que es muy conocida y sencilla de describir es la de Philippe Kruchten donde los casos de uso sirven para describir el comportamiento del sistema tal y como es percibido por los usuarios finales, analistas y encargados de las pruebas, la vista lógica son las clases, interfaces y colaboraciones que permiten un vocabulario del problema y de la solución, la vista del proceso es una descripción de los procesos del sistema, la vista de desarrollo es la descripción de la organización del sistema en módulos y componentes y la vista física es la descripción de la arquitectura física del sistema para una mejor comprensión se puede ver la figura 2.

**Figura 2: Organización del sistema UML**



Fuente: Sampedro (2013)

### **2.5. Normatividad agrícola en el mundo**

A continuación, se realiza una presentación de la normatividad agrícola vigente para el caso colombiano en donde se tiene de acuerdo con MinAgricultura (2022):

la Ley 607 de 2000 por medio de la cual se modifica la creación, funcionamiento y operación de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica UMATA y se hace directa la asistencia técnica en consonancia con el sistema nacional de Ciencia y Tecnología.

La Ley 811 de 2003 por medio de la que se modifica la Ley 101 de 1993 y se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las sociedades agrarias de transformación SAT y se dictan otras disposiciones.

La Ley 1133 de de 2007 por la cual se realiza la implementación del programa agro ingreso seguro AIS.

La Ley 1561 de 2012 por la que se establece un proceso verbal especial para otorgar distintos títulos de propiedad al poseedor material de bienes inmuebles urbanos y rurales a pequeñas entidades económicas, saneando la falsa tradición y se disctan otras disposiciones.

La Ley 797 de 2003 con la que se reforman algunas disposiciones del sistema general de pensiones que han sido previstas por la Ley 100 de 1993 y se adoptan otras disposiciones sobre los regímenes pensionales exceptuados y especiales.

La Ley 70 de 1993 por la que se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución política de Colombia y que tiene como objeto reconocer a las comunidades negras que han ocupado tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de la cuenca del pacífico según sus prácticas tradicionales y de acuerdo con los artículos dispuestos en la presente Ley.

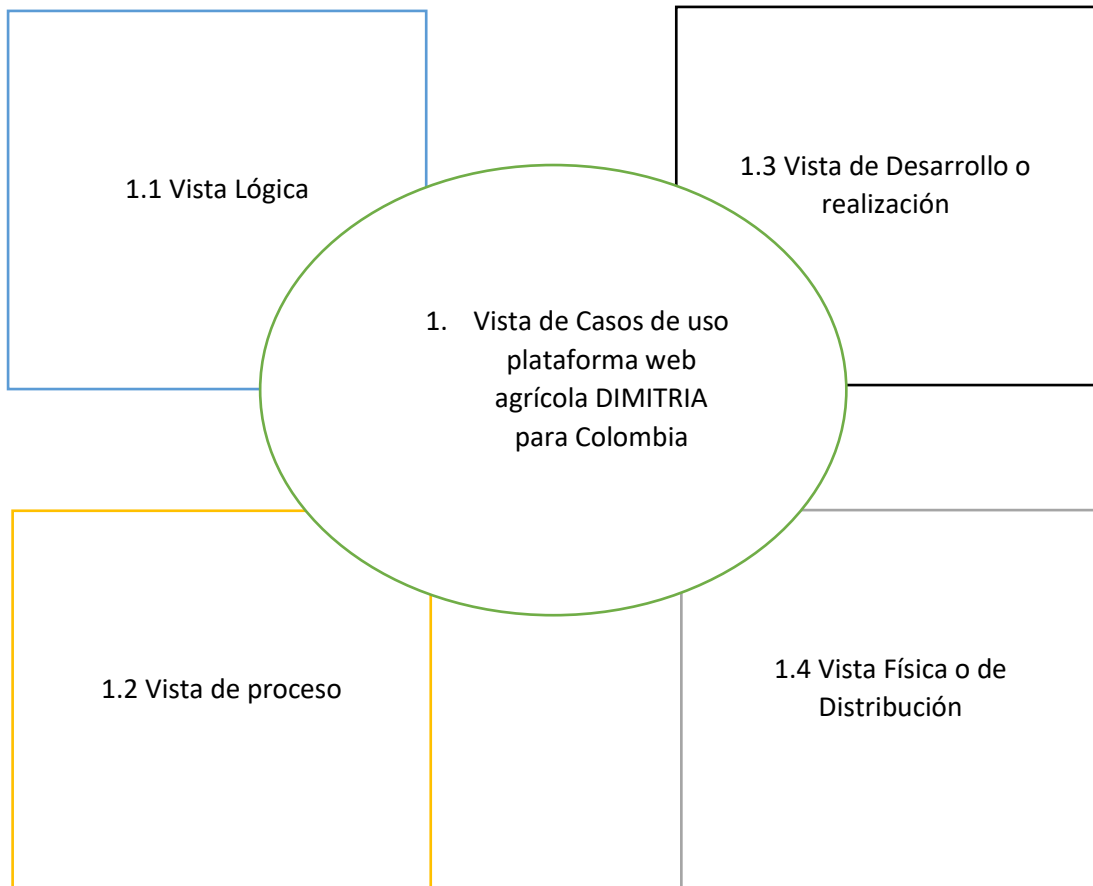
A nivel mundial la entidad que regula el desperdicio de alimentos es la FAO o la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura y que se ha preocupado por el extremo desperdicio de alimentos que se lleva a cabo a nivel mundial de acuerdo con el informe de la FAO (2019).

## **3. Diseño UML de la Plataforma de consulta Agrícola para Colombia**

Como se logró apreciar en la página de la UPRA (2023) solo se cuenta con una Plataforma que resulta bien cuando información es lo que se busca pero que se puede mejorar mediante la intervención de los campesinos en tiempo real de tal forma que puedan tener un conocimiento acertado y que les permita tomar decisiones rápidas a la hora de gestionar sus cultivos, además que se realice este proceso de una forma veraz.

Por este motivo se ha tomado la decisión de realizar un diseño UML que se muestra a continuación y que se plantea la generación de su código para junio del presente año 2023 en JavaScript o Phytón. En la figura 3 se puede apreciar el panorama general del Sistema web para información agrícola.

**Figura 3: Organización del sistema UML para la plataforma web de información agrícola DEMETER**

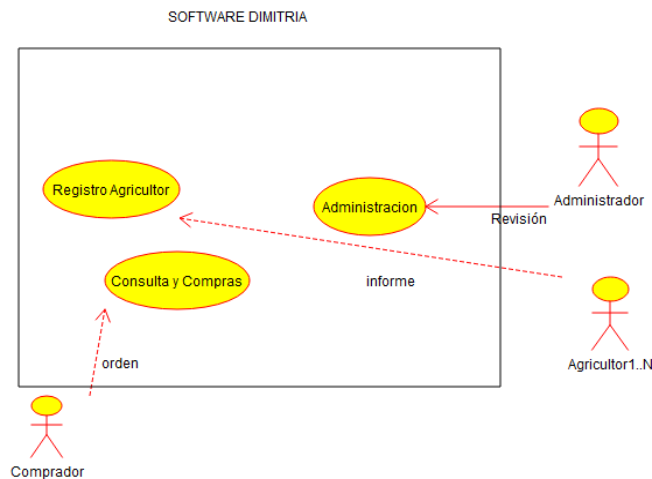


Fuente: Elaboración propia con base en Sampedro (2013)

**3.1. Diagramas de Comportamiento**

**3.1.1 Diagrama de Casos de uso**

**Figura 4: Diagrama de casos de uso Nivel 0**



Source: Software Umbrello realización propia



## **4. Discusión**

De acuerdo con la investigación realizada no fue posible identificar la existencia de una plataforma agrícola que se encuentre unificada y que a la vez sea completa para que pueda ser impartida con los campesinos de Colombia de tal forma que se conozca cantidades de productos de cualquier tipo a cualquier tiempo del año y que permita tomar decisiones acertadas en cuanto a importaciones de productos de manera efectiva y esto es cuando en Colombia existe escasez pues por el contrario lo que se está experimentando es que existe una sobreproducción de productos agrícolas en todas las distintas regiones que no están teniendo salida para ser tipo exportación debido a que en muchas ocasiones no cumplen con los parámetros que se requieren en los mercados internacionales.

Por ejemplo, para Tovar (2021), se muestra un estado del arte reciente en cuanto a la comparativa de distintas plataformas que permiten hacer reportes de distintas variables para agricultura en la industria 4.0 pero no es posible observar ninguna plataforma tan completa como la que se propone desarrollar con el presente proyecto de investigación.

Y por otra parte, realizando una inspección general mediante entrevistas concertadas con la empresa AGROSAVIA(2023) y la UPRA (2023) en Colombia, también fue posible determinar que se tienen distintas plataformas para cada uno de los productos agrícolas que se producen en Colombia pero ninguna plataforma unificada donde se puedan ver mapas, cantidades e incluso se pueda de forma online e inmediata ser atendidos en cuanto a la disponibilidad de un producto y que sea tipo exportación por lo cual se ha llegado a la conclusión de continuar con la realización de la segunda etapa de este proyecto que dispara hacia la implementación de la plataforma web agrícola difusa ya que durante este primer módulo se dirigió hacia el diseño UML de la plataforma.

## **5. Conclusiones**

Con la realización de este proyecto de investigación se logró diseñar una plataforma web amigable e inteligente para el sector agrícola de tal manera que permita conocer oferta y demanda de productos a nivel mundial para el caso especial colombiano de tal manera que se tenga a disposición cantidades de productos como características del suelo y otros factores necesarios para la adecuada toma de decisiones en agricultura.

En cuanto al cumplimiento de los objetivos específicos se identificó en primer lugar las herramientas tecnológicas que en la actualidad se están usando a nivel mundial encontrando que en países latinoamericanos la inclusión de estas tecnologías se encuentra muy adelantada hasta el punto de encontrar drones para identificar tipos de suelo y tipos de cultivos.

En cuanto al segundo objetivo específico se diseñó la plataforma amigable que permita el intercambio de productos y el análisis de la oferta y la demanda a nivel mundial de tal manera sea compatible con otras plataformas agrícolas existentes y de esta manera se pueda dar una sinergia de productos a nivel mundial.

Con relación al tercer objetivo específico que se relaciona con la evaluación del sistema se espera generar una segunda fase del proyecto en donde se realice una red de sensores que permita recoger distintos datos de un terreno como calidad del suelo, humedad, entre otras.

Como trabajos futuros se espera la generación de un dispositivo de telecomunicaciones que permita la comunicación de comunidades campesinas para que puedan acceder a la

plataforma web de forma remota y en tiempo real, por medio de una capacitación continua y actualización que una vez se tenga telecomunicaciones no sería difícil de forma virtual.

### **5.1. Recomendaciones**

Los autores recomiendan de especial manera que se realicen esfuerzos entre comunidades interdisciplinarias para generar espacios de encuentro en donde se discutan temas de agricultura y se centren en mejorar el acceso a la información para los campesinos y pequeños productores de Colombia de tal manera que se logre una mejor condición de vida no solo para ellos sino para todos los colombianos en donde se logre construir desarrollo agrícola mediante el uso de la maquinaria especializada y la tecnología en donde bien caben campañas de alfabetización para las regiones rurales.

### **Agradecimientos**

Los autores expresan sus agradecimientos de manera especial a la Fundación Universitaria COMPENSAR, a la Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB por medio del profesor Eduardo Carrillo y al Departamento Universitario Obrero Campesino DUOC por medio del profesor Oscar Loyola por la paciente y ardua labor de investigación que se ha realizado desde el año 2022 hasta la actualidad.

### **Referencias Bibliográficas**

- Agrosavia (2023). *Corporación colombiana de investigación agropecuaria*. <https://www.agrosavia.co/>.
- Almeida, E., Camejo, L., & Santiesteban, C. E. (2017). La fertirrigación inteligente, pilar de una agricultura sostenible. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 11(3), 36- 49. <https://www.redalyc.org/pdf/3783/378352511004.pdf>
- Cama-Pinto, A., Gil-Montoya, F., Gómez-López, J., García-Cruz, A., & Manzano-Agugliaro, F. (2014). Sistema inalámbrico de monitorización para cultivos en invernadero. *Dyna*, 81(184), 164-170. <https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405023.pdf>
- Campo, L., Corrales, J. C., & Ledezma, A. (2015). *Remote Sensing for Agricultural Crops Based on a Low-Cost Quadcopter Sistemas & Telemática*. <https://www.redalyc.org/pdf/4115/411542725003.pdf>
- Castrillón, S. (2016). *Implementación y caracterización de antenna microstrip en geometría de anillo* [Master's Dissertation, Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín] [https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/4353/Rep\\_Itm\\_pre\\_Castrillon.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/4353/Rep_Itm_pre_Castrillon.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Criollo, W. (2021). *Sistema de captación de energía electromagnética para abastecimiento de energía en dispositivos móviles* [Master's Dissertation, Universidad de Ambato, Ecuador]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34077/1/t1927mtel.pdf>
- Cubides, N., Lugo, I., & Zúñiga, E. (2020). *Agricultura familiar y plataformas digitales en el context de la COVID-19, iniciativas de América del Sur* [Master's

- Dissertation, Universidad de Zulia, Venezuela].  
<https://www.redalyc.org/journal/122/12265803005/html/>
- Delgado, J. M., Giraldo, C., Millán, Andrés F., Zúñiga, Claudia, & Abadía, J. (2006). Desarrollo de un software Web y Móvil para la gestión de información de campo de cultivos agrícolas (AgrocomM). *Sistemas & Telemática*, 4(8), 113-124. <https://www.redalyc.org/pdf/4115/411534375006.pdf>
- FAO. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. <https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>
- Hernández, R. (2021). La agricultura de precisión: una necesidad actual. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(1). <https://www.redalyc.org/journal/5862/586269368010/html/>
- Hinostroza, V., & Garcés, H. (2021). Correlación de arreglos de antenas con microcinta y amplio ancho de banda para 5G. *Revista Aristas*. <http://cathi.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/19464/Articulo%20Revista%20Aristas%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jordá, R. (2021). *Diseño antenas ranuradas de bajo perfil para aplicaciones 5G* [Master's Dissertation, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/178945/Jorda%20-%20Diseno%20antenas%20ranuradas%20de%20bajo%20perfil%20para%20aplicaciones%205G%20IoT.pdf?sequence=1>
- MinAgricultura. (2022). *Normatividad legal vigente para el sector agrícola*. <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%20607%20de%202000.pdf>
- Perdomo, C.H. y Vivas, C. (2004). *Técnica Microstrip, conceptos, aplicaciones y software de diseño*. [Programa de Ingeniería Electrónica y telecomunicaciones, Universidad del Cauca]. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/2083/TECNICA%20MICROSTRIP%20CONCEPTOS%20Y%20APLICACIONES%20Y%20SOFTWARE%20DE%20DISEÑO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rea-Sánchez, V., Maldonado-Cevallos, C., & Villao-Santos, F. (2015). Los Sistemas de Información para lograr un desarrollo competitivo en el sector agrícola. *Revista Ciencia Unemi*, 8(13), 122-129. <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663827014.pdf>
- Ríos, R. (2021). La Agricultura de Precisión. Una necesidad actual. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(1).
- Sampedro, J. (2013). *UML Unified Modeling Language*. <https://www.preparatic.org/material/20130921/Desarrollo-UML.pdf>
- Tovar, J. (2021). Tecnologías de IoT eficaces para una plataforma de agricultura 4.0. *Ingeniare*. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/8936>
- UPRA. (2023). *Unidad de planificación rural y agropecuaria*. <https://upra.gov.co/es-co>