

**DOI:** 10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.32-44

**URL:** <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/872>

**EDITORIAL:** Saberes del Conocimiento

**REVISTA:** RECIAMUC

**ISSN:** 2588-0748

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Artículo de investigación

**CÓDIGO UNESCO:** 1203.17 Informática

**PAGINAS:** 32-44






**Diseño de una aplicación e implementación de un dron con cámara para el estudio y control de la producción agrícola y el impacto ambiental en los cultivos del centro experimental el misionero de la Universidad Agraria del Ecuador. Propuesta tecnológica**

Design of an application and implementation of a drone with camera for the study and control of agricultural production and environmental impact on crops in the experimental center el misionero of the agrarian Universidad Agraria del Ecuador. Technological proposal

Projeto de uma aplicação e implementação de um drone com câmera para o estudo e controle da produção agrícola e impacto ambiental nas culturas no centro experimental el misionero da Universidad Agraria del Ecuador. Proposta tecnológica

**Walter Andrés Camba Rocha<sup>1</sup>; Janina Natali Acosta Nuñez<sup>2</sup>; Minci Oliva Lugmaña Bejarano<sup>3</sup>**

**RECIBIDO:** 20/02/2022 **ACEPTADO:** 10/04/2022 **PUBLICADO:** 30/07/2022

1. Ingeniero en Computación e Informática; Ingeniero Comercial; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador; Wacr1990@hotmail.com;  <https://orcid.org/0000-0001-5766-4367>
2. Magister en Gerencia de Tecnologías de la Información; Ingeniera en Sistemas Computacionales; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; natita-8@hotmail.com;  <https://orcid.org/0000-0001-8299-793X>
3. Magister en Diseño Curricular; Licenciada en Ciencias de la Educación Especialización Historia y Geografía; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; mincilumabeja@hotmail.com;  <https://orcid.org/0000-0003-1858-8773>

## **CORRESPONDENCIA**

Walter Andrés Camba Rocha

Wacr1990@hotmail.com

**Guayaquil, Ecuador**

## RESUMEN

Actualmente la informática está muy aplicada en el campo de la agricultura. El uso de las aplicaciones sistemáticas permite integrar un cambio tecnológico y la eventualidad de interacción que aporta entre la computadora y la persona. Se realizó una investigación tipo demostrativa con el objetivo de implementar un Sistema de Información con dron que permita capturar fotografías en tiempo real en la estación El Misionero de la Universidad Agraria del Ecuador para monitorear el desarrollo de los cultivos que ahí se producen. Tiene como base el diseño de una aplicación con cualidades amplias de conexión a una red local o internet que pueda modelar los datos obtenidos desde un dron y realizar el análisis para dar resultados inmediatos mediante reportes. El método utilizado fue el de cascada el cual permitió desarrollar el sistema; ya que ordena rigurosamente las etapas del proceso para el desarrollo del software. Entre las conclusiones, se implementó el sistema de información con el apoyo de fotografías que fueron captadas por el dron que se utilizó para las pruebas, logrando los técnicos agrónomos monitorear los cultivos que tenían a cargo en la estación El Misionero de la Universidad Agraria del Ecuador. y se estableció el proceso que se iba a utilizar para monitorear los cultivos de la estación experimental con sus actores y elementos del sistema.

**Palabras clave:** Informatización, Agricultura, Drones.

## ABSTRACT

Computer science is currently widely applied in the field of agriculture. The use of systematic applications allows integrating a technological change and the eventuality of interaction that it brings between the computer and the person. A demonstrative research was carried out with the objective of implementing an Information System with a drone that allows capturing photographs in real time at the El Misionero station of the Agrarian University of Ecuador to monitor the development of the crops grown there. It is based on the design of an application with ample qualities of connection to a local network or internet that can model the data obtained from a drone and perform the analysis to give immediate results through reports. The method used was the waterfall method, which allowed the development of the system; since it rigorously orders the stages of the process for the development of the software. Among the conclusions, the information system was implemented with the support of photographs that were captured by the drone that was used for the tests, achieving the agronomists to monitor the crops they were in charge of at the El Misionero station of the Agrarian University of Ecuador, and the process to be used to monitor the crops of the experimental station with its actors and elements of the system was established.

**Keywords:** Computerization, Agriculture, Drones.

## RESUMO

A informática é actualmente amplamente aplicada no domínio da agricultura. A utilização de aplicações sistemáticas permite integrar uma mudança tecnológica e a eventualidade de interação que ela traz entre o computador e a pessoa. Foi realizada uma pesquisa demonstrativa com o objetivo de implementar um Sistema de Informação com um drone que permite captar fotografias em tempo real na estação El Misionero da Universidade Agrária do Equador para acompanhar o desenvolvimento das culturas aí cultivadas. Baseia-se na concepção de uma aplicação com amplas qualidades de ligação a uma rede local ou Internet que pode modelar os dados obtidos a partir de um zangão e realizar a análise para dar resultados imediatos através de relatórios. O método utilizado foi o método da cascata, que permitiu o desenvolvimento do sistema; uma vez que ordena rigorosamente as fases do processo para o desenvolvimento do software. Entre as conclusões, o sistema de informação foi implementado com o apoio de fotografias que foram capturadas pelo zangão que foi utilizado para os testes, conseguindo que os agrónomos monitorizassem as culturas de que eram responsáveis na estação El Misionero da Universidade Agrária do Equador, e foi estabelecido o processo a ser utilizado para monitorizar as culturas da estação experimental com os seus actores e elementos do sistema.

**Palavras-chave:** Informatização, Agricultura, Drones.

## Introducción

La demanda de alimentos es cada vez mayor, como resultado del crecimiento demográfico. Deben ser seguros y producidos por el uso eficiente de los recursos naturales sin dañar el medio ambiente. Según las últimas estimaciones de la ONU, la población mundial será de 9.100 millones de dólares en 2050, un tercio más de bocas que alimentar que en la actualidad (García, 2013)

El desarrollo tecnológico actual y de las últimas décadas nos lleva a usar los productos de los sensores remotos (satélite y radar) . La gestión de los recursos hídricos de un país depende, en gran medida, del conocimiento de las cuencas hidrológicas existentes, del potencial de estas y del manejo adecuado de los excedentes hídricos. en la gestión del agua y la agricultura, por ejemplo, en la administración y planeamiento de las actividades de previsión y control de las crecidas, inundaciones y las sequías muy ligadas a la producción agrícola. Actualmente los decisores del agua recurren a esta información espacial para prevenir o cuantificar todo tipo de parámetros relacionados con el uso del agua, las sequías, las inundaciones, etc. Asimismo, el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT o DRONE) cada vez se hace más frecuente, basado en la complejidad que tienen los sistemas naturales para su estudio, ya que en la mayoría de los casos debemos realizar monitoreo, toma de muestras, etc., los cuales son muy complicados o de alto riesgo. Por tanto, su uso queda plenamente justificado. La denominación VANT está ligada a vehículos militares y DRONE a vehículos no tripulados para operaciones civiles.(Pino V., 2019)

Desde el siglo XIX hasta la actualidad se viene dando su evolución y surgimiento. Hay una serie de hechos históricos y aspectos relevantes que poco a poco han ido dando forma a lo que hoy conocemos como una nueva manera letal de matar a distancia y que además ha originado el crecimiento de aparatos o unidades no tripuladas como

una tecnología potente desarrollada también en el sector civil, específicamente en el campo de la agricultura de precisión. Los primeros usos fueron con fines militares, y uno de los primeros registrados fue el de los austriacos en julio de 1849, después de que se pusieran en marcha alrededor de doscientos globos aerostáticos no tripulados montados con bombas en la ciudad de Venecia. Los drones, o vehículos aéreos no tripulados, han sido utilizados por los militares desde la Primera Guerra Mundial para la vigilancia remota. Tras estos avances científicos y tecnológicos, en la última década, los agricultores comenzaron a usarlos para monitorear sus campos, así como para ayudar a los programas de agricultura de precisión. Hay estimaciones de que 80 a 90% del mercado de aparatos no tripulados en la próxima década se utilizará en la agricultura(Stehr, 2015).

En la agricultura se requiere información adecuada para cuantificar y decidir sobre el momento y el lugar del riego, siembra, fertilización y cosecha. Una irrigación eficiente puede ayudar a evitar el estrés hídrico de los cultivos, los niveles indeseables de lixiviación de nutrientes y la reducción del rendimiento debido a la escasez de agua, la escorrentía o el riego excesivo Se puede lograr una mayor eficiencia en el uso del agua cuando su aplicación se ajusta de manera precisa a la demanda de agua del cultivo distribuida espacialmente. La humedad del suelo en la superficie espacial puede ser un indicador importante de las condiciones de los cultivos en las tierras de siembra, pero su estimación continua sigue siendo un desafío debido a la resolución espacial y temporal aproximada de los productos de sensores remotos existentes El contenido de humedad del suelo (SM) es una de las variables ambientales más importantes en relación con la climatología de la superficie terrestre, la hidrología y la ecología. Los conjuntos de datos de SM a largo plazo a escala regional proporcionan información razonable sobre el cambio climático y las

regiones específicas del calentamiento global utilizando datos satelitales multiespectrales La agricultura de precisión requiere una alta gestión espacial de los insumos para la producción agrícola. Esto necesita que la información procesable sobre el estado del cultivo y el campo se adquiera con la misma resolución espacial alta y en una frecuencia temporal apropiada para las respuestas oportunas. (Hassan-Esfahani et al., 2015; Natsagdorj et al., 2017; Torres-Rua, 2017)

Sobre la base de las consideraciones anteriores hoy día, la agricultura en todo el mundo propende por la seguridad alimentaria a futuro, razón por la cual se está en la búsqueda de tecnologías modernas que ayuden a mitigar la insuficiente atención a los cultivos que generan gastos innecesarios en el monitoreo de los mismos. (Ríos-Hernández R 2021)

A partir de los drones, empelados como una herramienta tecnológica innovadora, es posible resolver las problemáticas expuestas en campos de cultivos de gran extensión, ya que con cámaras de alta definición e información geográfica pueden recorrer más de mil hectáreas en menos de una hora. (Ríos-Hernández, 2021)

Estos dispositivos para la toma de mediciones y captura remota sobrevuelan los cultivos con cámaras multiespectrales pueden tomar fotografías y grabar videos de alta resolución que detectan características que se pasan por alto a simple vista, ayudando a respaldar las decisiones para una mejor precisión y productividad del campo. (Ríos-Hernández, 2021).

Es indudable que la postura de varios investigadores se centra de que estos equipos de amplia versatilidad se han venido aplicando últimamente para diferentes labores, entre las cuales destaca la agricultura. De allí que, esta tecnología está dando respuesta a la disminución de biopolinizadores en distintos sembradíos del mundo. (Montilla-Pacheco et al., 2021)

Actualmente la informática está muy aplicada en el campo de la agricultura. El uso de las aplicaciones sistemáticas permite integrar un cambio tecnológico y la eventualidad de interacción que aporta entre la computadora y la persona.

Por lo tanto, las ventajas de aviones no tripulados en la agricultura es dar a los agricultores un servicio de información sobre el estado del agua, nivel de desarrollo y la salud de los cultivos, que se obtiene casi en tiempo real, para hacer los tratamientos médicos, el riego o la fertilización dirigidos a las áreas en que se detecta la necesidad de el momento adecuado para aplicar. ("Berezi@ Drones y Su Uso En La Agricultura," 2014)

El avance de las tecnologías de monitoreo aéreo, el uso de la fotografía como medio de datos para la toma de decisiones ya es una alternativa para aplicar correctivos si lo hacemos enfocado al campo de la agronomía, el uso de esta tecnología permitió también el monitoreo los cultivos en la C.U.M y El Misionero.

Este proyecto se elaboró conociendo la necesidad de monitorear los cultivos de la Universidad Agraria de Ecuador y la Estación El Misionero, con la implementación de herramientas tecnológicas, el mismo permitió realizar observaciones aéreas, con el objetivo de llevar un control del estado de cada cultivo sembrado en las zonas donde se utilizó este dispositivo tecnológico.

### **Objetivo**

Implementar un Sistema de Información con dron que permita capturar fotografías en tiempo real en la estación El Misionero de la Universidad Agraria del Ecuador para monitorear el desarrollo de los cultivos que ahí se producen.

### **Metodología**

Se realizó una investigación tipo demostrativa con el objetivo de implementar un Sistema de Información con dron que per-



mita capturar fotografías en tiempo real en la estación El Misionero de la Universidad Agraria del Ecuador para monitorear el desarrollo de los cultivos que ahí se producen.

Tiene como base el diseño de una aplicación con cualidades amplias de conexión a una red local o internet que pueda modelar los datos obtenidos desde un dron y realizar el análisis para dar resultados inmediatos mediante reportes.

El método utilizado fue el de cascada el cual permitió desarrollar el sistema; ya que ordena rigurosamente las etapas del proceso para el desarrollo del software.

Se desarrolló una plataforma web para que cada usuario del sistema tuviera acceso a la información actual del mismo, ingresando mediante un nombre de usuario y la contraseña respectiva, así podrá saber a qué familia de cultivo pertenece o a que grupo

Para ello se siguió una serie de pasos, que permitieron formar las funcionalidades del proyecto y validar la dificultad del sistema a mejorar. Dichos pasos fueron:

- Al analizar toda la información que fue recopilada visualizamos todos los problemas que mostraba los cultivos en el proceso de desarrollo.
- Fue realizado el diseño del sistema después de analizar toda la información que se recopiló en su determinado momento.
- La codificación fue realizada dependiendo de los problemas que existían en los cultivos para así tener un óptimo funcionamiento.
- Al ser implementado el sistema se logró obtener información sustentable mostrando resultados placenteros al momento de haber sido puesto en ejecución el software.

En este proceso se recopilaron todos los requisitos que los usuarios exponen para su automatización y mejoramiento mediante una encuesta realizada a 10 personas.

De los cuales se determinó algunos requerimientos para establecer la solución a la falta de una aplicación que permita ayudar al monitoreo de los cultivos en sus diferentes etapas, ya sea para la comodidad de las personas que toman las muestras, evitar daños en los cultivos o salvaguardar la integridad de las personas que hacen los controles.

Para conocer los sectores en los que van a interactuar los drones y el software desarrollado se creó un diagrama de clases que muestra la producción, el sector, el cultivo, la familia a la que pertenece el cultivo el monitorio que va a realizar el dron y el detalle a imprimirse.

El diagrama de base de datos también muestra los mismos elementos correspondientes tanto como la producción, el sector, el cultivo, la familia a la que pertenece el cultivo el monitorio que va a realizar el dron y el detalle a imprimirse. De igual manera este diagrama ayudó a que fijaran El diagrama de base de datos también muestra los mismos elementos correspondientes tanto como muestra la producción, el sector, el cultivo, la familia a la que pertenece el cultivo el monitorio que va a realizar el dron y el detalle a imprimirse. De igual manera este diagrama ayudó a que fijemos cuales son los campos que dependen de otros; llamados relaciones cuales son los campos que dependen de otros; llamados relaciones.

Los diagramas de casos de uso mostraron cuales son los actores que interactúan con el sistema, como en este caso son los usuarios tanto en el momento de su registro, cuando deben grabar todos sus datos personales, al momento de obtener el código del registro y por ultimo obtener la información que necesita saber.

También se diseñó el diagrama de clase donde se encuentra la estructura del sistema Agrícola mostrando las clases de los principales módulos que la integran, sus atributos, operaciones (o métodos), y las relaciones entre los objetos:



De igual manera se diseñó el diagrama de casos de uso del formulario de registro de usuarios, se muestra que el actor, ingresa sus datos personales como lo son sus nombres y sus contraseñas, luego selecciona el grupo al cual pertenecerá, después se almacena la información en la base de datos y finalmente, muestra en forma opcional un mensaje de aceptación o verificación de datos guardados. En igual forma en el diagrama de uso de familia se registró el nombre de la familia del cultivo, una breve descripción, guarda la información. Des-

pués en la misma aplicación se pudo hacer consultas para hacer actualizaciones de información o eliminación de registros en la base de datos, se puede al momento hacer las consultas, hacer un filtro por cada uno de sus atributos

## Resultados

Resultados de la encuesta pre implementación que se hizo a los técnicos agrónomos que hacen sus prácticas en la estación el Misionero de la Universidad Agraria del Ecuador.

**Tabla 1.** ¿Cómo le resultó la implementación de drones en su zona agrícola respectiva?

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje  |
|--------------|------------|-------------|
| Excelente    | 4          | 40%         |
| Muy buena    | 1          | 10%         |
| Buena        | 3          | 30%         |
| Mediocre     | 0          | 0%          |
| Insuficiente | 2          | 20%         |
| <b>Total</b> | <b>10</b>  | <b>100%</b> |

Se muestra en la tabla 1 tan solo 4 personas de las 10 encuestadas les pareció que la implementación de los drones fue una excelente alternativa para poder monitorear y estar al tanto de todas las posibles amenazas dentro de la zona agrícola.

**Tabla 2.** ¿Piensa usted que los drones pudieron detectar la aparición de humedad y calor dentro del medio ambiente del cultivo?

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje  |
|--------------|------------|-------------|
| Si           | 6          | 60%         |
| No           | 1          | 10%         |
| Tal vez      | 3          | 30%         |
| <b>Total</b> | <b>10</b>  | <b>100%</b> |

Se observa en la tabla 2 que a la mayoría de las personas encuestadas en este caso a seis les pareció que los drones si pueden detectar la aparición de humedad y calor dentro de medio ambiente del cultivo, teniendo en cuenta si están implementados con algún sensor que pueda medir la temperatura dentro del mismo.

**Tabla 3.** ¿Consideró Ud. que el dron en la agricultura fue utilizado tanto porque es?

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje  |
|--------------|------------|-------------|
| Eficaz       | 3          | 30%         |
| Rápido       | 2          | 20%         |
| Lento        | 2          | 20%         |
| Muy Lento    | 2          | 20%         |
| Pausado      | 1          | 10%         |
| <b>Total</b> | <b>10</b>  | <b>100%</b> |

Debido a que los drones son eficaces en su trabajo (30 %), los drones son considerados como objetos tecnológicos capaces de mantener de manera autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido, y propulsado por un motor de reacción para poder obtener información relevante depende al ambiente que lo adaptemos. (tabla 3)

**Tabla 4.** ¿Cree Ud. que las fotografías emitidas por drones son eficientes para tomar una decisión respecto al estado actual de su cultivo?

| Alternativas     | Frecuencia | Porcentaje  |
|------------------|------------|-------------|
| Seguro que sí    | 2          | 20%         |
| Tal vez          | 5          | 50%         |
| Probablemente no | 1          | 10%         |
| Seguro que no    | 2          | 20%         |
| <b>Total</b>     | <b>10</b>  | <b>100%</b> |

Estos drones o también denominados vehículo aéreo no tripulado es capaz de enviarnos señales o datos fotográficos para conocer el estado actual de la zona de agricultura donde se haya implementado. Al aplicar la encuesta acerca de la eficiencia de las fotografías emitidas por drones se puede tomar una decisión respecto al estado actual de su cultivo, 5 personas manifestaron que tal vez podría emitir fotos y videos, 2 estuvieron completamente seguros, 1 dijo que probablemente no y 2 también estuvieron de acuerdo en estar seguros de que un dron no puede emitir señales anteriormente mencionadas. (tabla 4)

**Tabla 5.** ¿Con el establecimiento de este sistema en su zona agrícola como Ud. se expresa?

| Alternativas     | Frecuencia | Porcentaje |
|------------------|------------|------------|
| Muy satisfecho   | 0          | 0%         |
| Satisfecho       | 4          | 40%        |
| Insatisfecho     | 3          | 30%        |
| Muy insatisfecho | 3          | 30%        |
| <b>Total</b>     | 10         | 100%       |

Dándonos cuenta con los porcentajes anteriores observamos que ninguna persona se sintió completamente satisfecho, que 4 (40 %) personas si lo estuvieron, 3 (30 %) personas coincidieron en que están insatisfechos y 3 (30 %) más también se sintieron muy insatisfechos. Teniendo en cuenta esta irregularidad podemos implementar nuevos drones especializados para que las mismas personas dueñas de los cultivos se sientan completamente satisfechos. (tabla 5).

En las siguientes tablas (6,7,8,9,10,11) se muestra los datos de la base que se utilizó en el proyecto, en la cual se detalla la funcionalidad de cada tabla y de cada una la descripción de cada uno de los campos que se utilizan para almacenar la información.

**Tabla 6.** Producción

| Campo         | Tipo    | Tamaño | Restricción | Descripción            |
|---------------|---------|--------|-------------|------------------------|
| id PRODUCCIÓN | int     | 20     | Primary Key | ID de la producción    |
| IDCULTIVO     | varchar | 45     | Not null    | ID del cultivo         |
| IDSECTOR      | varchar | 45     | Not null    | ID del sector          |
| FECHA_INICIO  | Varchar | 45     | Not null    | Fecha en que se inicia |
| FECHA_FIN     | Varchar | 45     | Not null    | Fecha en que termina   |

La tabla 6 refiere a todos los id de la producción realizada, así como también los id de los cultivos los sectores, sus fechas de inicio y su fecha final.

**Tabla 7.** Cultivo

| Campo            | Tipo    | Tamaño | Restricción | Descripción                  |
|------------------|---------|--------|-------------|------------------------------|
| id CULTIVO       | int     | 20     | Primary Key | ID del cultivo               |
| id FAMILIA       | varchar | 45     | Not null    | ID de la familia del cultivo |
| NOMBRE           | varchar | 45     | Not null    | Nombre del cultivo           |
| RIESGO           | Varchar | 45     | Not null    | Riesgo que posee             |
| CICLO_VEGETATIVO | Varchar | 45     | Not null    | Ciclo en el que se encuentra |



Se describe (tabla 7) los id del cultivo, el id de la familia, el nombre del cultivo el riesgo que posee y su ciclo vegetativo.

**Tabla 8.** Familia

| Campo      | Tipo    | Tamaño | Restricción | Descripción                  |
|------------|---------|--------|-------------|------------------------------|
| id FAMILIA | int     | 20     | Primary Key | ID de la familia del cultivo |
| TIPO       | varchar | 45     | Not null    | Tipo del cultivo             |

Se observa en la tabla 8 el id de la familia del cultivo y el tipo que tiene.

**Tabla 9.** Monitoreo

| Campo         | Tipo    | Tamaño | Restricción | Descripción                |
|---------------|---------|--------|-------------|----------------------------|
| id MONITOREO  | int     | 20     | Primary Key | ID del monitoreo           |
| Id PRODUCCIÓN | varchar | 45     | Not null    | ID de la producción        |
| NOVEDAD       | varchar | 45     | Not null    | Novedad que existe         |
| ESTADO        | Varchar | 45     | Not null    | Estado en que se encuentra |
| FECHA         | Varchar | 45     | Not null    | Fecha actual               |

La tabla 9 MONITOREO contiene el id del monitoreo realizado, el id de la producción, que novedad existe, el estado y la fecha en que se realiza.

**Tabla 10.** Detalle Monitoreo

| Campo           | Tipo    | Tamaño | Restricción | Descripción                  |
|-----------------|---------|--------|-------------|------------------------------|
| idDETALE_MONITO | int     | 20     | Primary Key | ID del detalle del monitoreo |
| idMONITOREO     | varchar | 45     | Not null    | ID del monitoreo             |
| NUMERO_DETALLE  | varchar | 45     | Not null    | Número del detalle           |
| FOTO            | Varchar | 45     | Not null    | Foto a imprimirse            |

La tabla 10 representa los id del detalle del monitoreo, el id del monitoreo el número de detalle y la foto que va a imprimirse.

**Tabla 11.** Sector

| <b>Campo</b> | <b>Tipo</b> | <b>Tamaño</b> | <b>Restricción</b> | <b>Descripción</b>             |
|--------------|-------------|---------------|--------------------|--------------------------------|
| idSECTOR     | int         | 20            | Primary Key        | ID del sector                  |
| NOMBRE       | varchar     | 45            | Not null           | Nombre del sector              |
| AREA         | varchar     | 45            | Not null           | Área que tiene el sector       |
| LONGITUD     | Varchar     | 45            | Not null           | Longitud que posee             |
| LATITUD      | Varchar     | 45            | Not null           | Latitud en la que se encuentra |

Esta tabla 11 nos indica el id del sector, su nombre, el área donde se encuentra, la longitud y su latitud.

A continuación, se dan a conocer los resultados de la aplicación de las diferentes pruebas que se realizaron a cuatro formularios, en los cuales se determinó si la fiabilidad de los datos, la seguridad, complejidad y la seguridad son óptimas a la hora de utilizar éstas aplicación del sistema.

Caso de prueba 1 Prueba de formulario. Inicio de sesión: Los resultados esperados demostraron que los accesos permitieron una amplia seguridad a la hora de registrar los datos en la base.

Prueba de formularios. Registro de usuario: En el caso del registro de usuarios se determinó que fue de fácil acceso y no presentó complicaciones a la hora de registrar los datos, la disponibilidad de los datos es oportuna y en cuanto a la fiabilidad de los datos, se probó en varias consultas que los datos no variaron entre una consulta y otra

Prueba de formularios. Registro de familia: En este caso de prueba se recopiló la información de los cuatro factores de calidad que se evaluaron, determinándose que en todos estuvo de acuerdo a lo que se esperaba en los requerimientos que se plantearon en el inicio en la etapa de análisis

Prueba de formularios. Registro de grupos: En este ejemplo se registró los datos de los grupos a los que pertenece y no se encontró datos erróneos en las pruebas, tampoco dificultades al acceder a las opciones del programa.

### **Discusión**

A inicios del uso de los drones o vehículos aéreos no tripulados, se proyectó que estas tecnologías se integrarían estrechamente en las actividades agrícolas a un ritmo acelerado y se convertirían en una herramienta ubicua y de bajo costo para tales operaciones, Sin embargo, varios años después, se reconoce ampliamente que esta tecnología disponible aún no se ha integrado en la agricultura como se esperaba a pesar de las múltiples ofertas de la plataforma.(Torres-Rua, 2017)

La comunidad científica muestra resultados y avances prometedores: se incrementa la precisión de las imágenes, se logran productos más confiables para la agricultura de precisión y cada vez es posible analizar más elementos relacionados con el desarrollo de los cultivos y los factores que condicionan sus rendimientos.

Buscando medir los rendimientos y analizar respuestas para los cultivos de algodón frente a problemas como estrés hídrico,



cambio climático y enfermedades y plagas, un grupo de investigadores de Agronomía e Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), en Ecuador, llevan a cabo por primera vez en el país un proyecto de investigación con el uso de vehículos aéreos no tripulados (drones) para la producción algodонера. Su finalidad es identificar los problemas que provocan baja productividad y pérdidas económicas considerables a los agricultores y desarrollar soluciones que permitan un cultivo productivo, mejorando así las condiciones de vida de las familias agricultora. Hasta el momento, las pruebas en marcha de uso de ésta tecnología han permitido obtener imágenes multispectrales de alta resolución en 64 parcelas demostrativas de algodón de 36 m<sup>2</sup>. (Program of Brazil-FAO International Cooperation, 2020)

Moya, (2016), afirma que el “DJI Phantom 3 Professional, es uno de los modelos más avanzados del mercado de drones, con su batería de 4480mAh tiene un tiempo de vuelo máximo de 23 minutos”. Ahora, una empresa española que ha creado un modelo que aguanta hasta 4 horas sin tocar tierra, se trata del Quaternium, una startup valenciana que ha desarrollado su dron multirrotores HYBRix, con una autonomía de vuelo 6 veces superior a lo que actualmente se encuentra en el mercado debido a que utiliza un depósito de combustible que le permite estar más tiempo en el aire.

(Oviedo Bayas et al., 2021). En su estudio relacionada con la implementación de red de drones autónomos utilizando una arquitectura de red para uso alternativo de levantamiento de información agrícola a pequeña escala. En este contexto, nuestro estudio ayudaría mucho para evaluar los sembríos, nos enfocamos en parámetros como es el índice de vegetación (NDVI) y a su vez en comunicar estos datos sobre el sembrío en tiempo real, utilizando una arquitectura de red FANET. Así los organismos competentes o encargados pueden hacer lectura de estos datos y realizar las labores que com-

petan al caso, por ejemplo: si una parte del sembrío presenta deshidratación, entonces se activaría el sistema de riego o qué tal si presenta algún tipo de plaga, entonces se comenzaría a realizar la respectiva fumigación ya sea por un operador con una fumigadora o podría darse el caso que vaya un UAV con un sistema de fumigación incorporado a realizar dicha labor.

Silva Amador, (2021) en su trabajo para optar el título de ingeniero electrónico de la Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Ingenierías Programa de Ingeniería Electrónica Santa Marta el cual tuvo como finalidad analizar la utilidad de drones como técnica de fumigación de las plantaciones de banano en el corregimiento de Orihueca, Zona Bananera, Colombia. Tuvo gran importancia ya que mostro que la aplicación de esta técnica resulta en una mayor productividad y mejora del ambiente, además de tener mucho menos riesgo de salud al aplicar los plaguicidas ya que estos equipos pueden aplicar la técnica de la agricultura de precisión.

Los métodos actuales de pulverización de plaguicidas en cultivos agrícolas pueden beneficiar las plantaciones y al productor. El uso de drones brinda una nueva alternativa para la aplicación de productos foliares a los cultivos. Los prestigiosos investigadores (Cedeño-Sabando et al., 2020) evaluaron la distribución de gotas en la pulverización de plaguicida por el método tradicional de pulverización con bomba de motor, y con dron. Los resultados de este trabajo demostraron que la distribución de gotas en ambos métodos fue similar, sin embargo, dado que el volumen de líquido utilizado fue mayor en el método tradicional (200 L), el porcentaje de cobertura de las tarjetas hidrosensibles logró un 64,36%, frente a un 12,99% alcanzado con el dron. Los datos no representaron diferencias estadísticas en la distribución de gotas entre las secciones evaluadas (alta, media y baja) en ambos métodos, sugiriendo que la distribución del producto fue similar en ambas áreas. La destreza

en la aplicación manual con bomba de motor permitió una distribución adecuada del producto a lo largo de la planta. En el caso de la pulverización con dron, la corriente de aire provocada por los rotores y hélices permitió que las gotas alcancen los niveles más bajos de la planta.

## Conclusiones

- Se implementó el sistema de información con el apoyo de fotografías que fueron captadas por el dron que se utilizó para las pruebas, logrando los técnicos agrónomos monitorear los cultivos que tenían a cargo en la estación El Misionero de la Universidad Agraria del Ecuador.
- Se estableció el proceso que se iba a utilizar para monitorear los cultivos de la estación experimental con sus actores y elementos del sistema.
- Se implementó la aplicación para lo cual se hicieron varios casos de prueba y posteriormente una breve encuesta de satisfacción para determinar si cumplió la aplicación con la expectativa de lograr un control fitosanitario de los cultivos con el apoyo de fotografías e información que manejó esta nueva tecnología.

## Bibliografía

- Berezi Drones y su Uso en la Agricultura. (2014). Elika, 1–4. [https://agricultura.elika.eus/wp-content/uploads/articulos/Archivo1388/Berezi 35 drones y sus usos en agricultura.pdf](https://agricultura.elika.eus/wp-content/uploads/articulos/Archivo1388/Berezi%2035%20drones%20y%20sus%20usos%20en%20agricultura.pdf)
- Cedeño-Sabando, K. V., Mero-Mera, G. A., Vera-Esméraldas, A. A., & Reyna-Bowen, L. M. (2020). Evaluación de la distribución de gotas en la pulverización de plaguicida en maíz por el método tradicional y por dron. *La Técnica: Revista de Las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 65. [https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i0.2740](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.2740)
- García, I. M. (2013). Aplicaciones de la robótica en la agricultura. *Holanda* (p. 38).
- Hassan-Esfahani, L., Torres-Rua, A., & McKee, M. (2015). Assessment of optimal irrigation water allocation for pressurized irrigation system using water balance approach, learning machines, and remotely sensed data. *Agricultural Water Management*, 153, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.02.005>
- Montilla-Pacheco, A. de J., Pacheco-Gil, H. A., Pastrán-Calles, F. R., & Rodríguez-Pincay, I. R. (2021). Polinización con drones: ¿Una respuesta acertada ante la disminución de polinizadores entomófilos? *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 509–516. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.055>
- Moya, P. (2016). Omicrono. <http://www.omicrono.com/2016/01/dron-con-mas-autonomia/>
- Natsagdorj, E., Renchin, T., Kappas, M., Tseveen, B., Dari, C., Tsend, O., & Duger, U.-O. (2017). An integrated methodology for soil moisture analysis using multispectral data in Mongolia. *Geo-Spatial Information Science*, 20(1), 46–55. <https://doi.org/10.1080/10095020.2017.1307666>
- Oviedo Bayas, B., Silva Castro, K. F., & Zhuma Mera, E. (2021). Red de drones autónomos utilizando una arquitectura de red para uso alternativo de levantamiento de información agrícola a pequeña escala. *Conrado*, 17(79), 69–80. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442021000200069&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000200069&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Pino V., E. (2019). Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología. *Idesia (Arica)*, ahead, 0–0. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019005000402>
- Program of Brazil-FAO International Cooperation. (2020). Iniciativa pionera en Ecuador utiliza drones para identificar problemas y buscar soluciones para la producción eficiente. <https://www.fao.org/in-action/program-brazil-fao/news/ver/ar/c/1257554/>
- Ríos-Hernández, R. (2021). Uso de los Drones o Vehículos Aéreos no Tripulados en la Agricultura de Precisión. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(4), 10. <https://www.redalyc.org/journal/5862/586268743010/html/>
- SILVA AMADOR, D. J. (2021). ANÁLISIS DE LA UTILIZACIÓN DE DRONES COMO TÉCNICA DE FUMIGACIÓN DE CULTIVOS DE BANANO EN EL CORREGIMIENTO DE ORIHUECA, ZONA BANANERA, COLOMBIA.
- Stehr, N. J. (2015). Drones: The Newest Technology for Precision Agriculture. *Natural Sciences Education*, 44(1), 89–91. <https://doi.org/10.4195/nse2015.04.0772>
- Torres-Rua, A. (2017). Use of UAV for support of intensive agricultural management decisions: from science to commercial applications (J. A. Thomasson, M. McKee, & R. J. Moorhead (Eds.); p. 102180A). <https://doi.org/10.1117/12.2267725>



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

#### **CITAR ESTE ARTICULO:**

Camba Rocha, W. A., Acosta Nuñez, J. N., & Lugmaña Bejarano, M. O. (2022). Diseño de una aplicación e implementación de un dron con cámara para el estudio y control de la producción agrícola y el impacto ambiental en los cultivos del centro experimental el misionero de la universidad agraria del ecuador. Propuesta tecnológica. RECIAMUC, 6(3), 32-44. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.32-44](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.32-44)