

Optimización de cultivos de anturio con IoT en Cundinamarca: una solución para pequeños agricultores en la vereda Java

Optimization of anthurium crops with IoT in Cundinamarca: a solution for small farmers in the vereda Java

Arellys de Jesús Correa Rodríguez¹

Julio César Martínez Torres²

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Resumen

Este documento presenta la optimización de los cultivos de anturio en la vereda Java, municipio de Viotá, mediante una aplicación móvil con tecnología IoT. En esta región agrícola, los pequeños floricultores enfrentan desafíos debido a métodos empíricos y la falta de acceso a tecnología, lo que resulta en productos de baja calidad. La solución propuesta monitorea el pH y la humedad del suelo, ofreciendo mejores prácticas para mejorar la calidad del cultivo. El prototipo, desarrollado con Firebase y Flutter, demostró viabilidad técnica, mientras que pruebas de caja negra validaron su funcionalidad y eficacia.

Palabras clave: anturio, aplicación móvil, IoT, Firebase, Flutter.

Abstract

This document presents the optimization of anthurium crops in Vereda Java, municipality of Viotá, through a mobile application with IoT technology. In this agricultural region, small flower growers face challenges due to empirical methods and lack of access to technology, resulting in low quality products. The proposed solution monitors soil pH and moisture, offering best practices to improve crop quality. The prototype, developed with Firebase and Flutter, demonstrated technical

¹ Perfil: Docente de ingeniería de sistemas, <https://orcid.org/0009-0009-8877-5508/>
arellys.correa@unad.edu.co

² Estudiante, UNAD, <https://orcid.org/0000-0002-1731-0836/> jcmartinezto@unadvirtual.edu.co

feasibility, while black box testing validated its functionality and effectiveness.

Keywords: Anthurium, mobile app, IoT, Firebase, Flutter.

1. Introducción

Colombia es uno de los mayores exportadores de flores en el mundo, representando el 7 % de su PIB en 2019. Este sector destaca por su variedad y calidad, respaldado por productores consolidados en el mercado nacional e internacional, quienes deben cumplir con altos estándares mediante procesos técnicos y cuidadosos (Pinzón Muñoz *et al.*, 2022). En la vereda Java, Viotá, los pequeños floricultores enfrentan problemas en la producción de anturio debido al uso de métodos empíricos y la falta de asesoría técnica, lo cual resulta en baja calidad y pérdidas económicas. Para Avilés *et al.* (2020), el acceso a información es crucial para que los floricultores enfrenten desafíos en sus cultivos; sin embargo, muchos carecen de los recursos tecnológicos y conocimientos necesarios. Esto dificulta encontrar aplicaciones adecuadas que les ofrezcan utilidad, simplicidad y un costo accesible.

Este proyecto tiene como propósito implementar una aplicación móvil basada en IoT para optimizar los cultivos de anturios de los pequeños floricultores de la vereda Java, municipio de Viotá Cundinamarca. La app es ideal para este contexto, ya que estudios muestran que los productores rurales en Colombia prefieren dispositivos móviles sobre computadoras para acceder a información relevante (Acuña Hernández, 2021). Este documento describe las fases metodológicas empleadas, discute los resultados obtenidos y presenta las conclusiones, cumpliendo así el propósito de la investigación.

2. Metodología

El presente proyecto corresponde a una investigación de tipo aplicada, tal como la define Questa-Tortero *et al.* (2022). Con el objetivo de optimizar la producción de anturio en la vereda Java mediante una aplicación móvil basada en IoT (Mouha, 2021), se desarrollaron cinco fases metodológicas las cuales se describen a continuación:

Fase 1. Análisis del proceso de producción de anturio: para determinar la necesidad de implementar una aplicación móvil para la optimización de cultivos de anturio basada en tecnología IoT en la vereda Java, se realizó un acercamiento con la población objeto de estudio: los cultivadores. Para

ello, se aplicó una encuesta a cinco floricultores y se realizaron entrevistas para conocer en profundidad los procesos actuales de producción, las dificultades técnicas que enfrentan, y el nivel de uso y apropiación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Estos factores impactan directamente en la calidad del producto y en su rentabilidad.

Fase 2. Identificación de requerimientos para la aplicación móvil de optimización en la producción de anturio: en esta fase se definieron los requisitos funcionales y no funcionales para desarrollar una aplicación móvil basada en tecnología IoT, orientada a optimizar los cultivos de anturio en la vereda Java, municipio de Viotá, Cundinamarca. Estos requerimientos se determinaron considerando las características de la población y los cultivos objeto de estudio.

Fase 3. Diseño de la arquitectura de una aplicación móvil con IoT para la optimización de la producción de anturio: en esta fase se diseñó la arquitectura de la aplicación móvil, integrando herramientas IoT como sensores de PH y humedad del suelo mediante Arduino y comunicación Bluetooth. La arquitectura incluye una base de datos en Firebase, donde se centraliza y almacena toda la información recopilada para su posterior análisis y consulta.

Fase 4. Desarrollo de la App Móvil para la optimización de producción de anturio mediante tecnología IoT: en esta fase se implementó la aplicación móvil con Flutter, Firebase, y la API WeatherAPI.com para datos meteorológicos. Se integraron BLE, Arduino IDE, y la placa ESP32 con sensores de humedad y pH, permitiendo enviar datos en tiempo real para optimizar decisiones en la producción de anturio.

Fase 5. Evaluación de la aplicación móvil para la optimización de producción de anturio mediante tecnología IoT: para verificar la funcionalidad de la aplicación, se llevaron a cabo pruebas de caja negra, las cuales evalúan el cumplimiento de los requisitos del proyecto sin considerar la estructura interna del código. Además, se realizaron pruebas de usuario en los cultivos previamente identificados, tomando muestras de suelo para medir la humedad y el pH.

3. Discusión

Al analizar el proceso de producción de anturio en la vereda Java, municipio de Viotá, con cinco pequeños floricultores, se identificó que la falta de acceso a tecnologías avanzadas conduce a prácticas empíricas que afectan la calidad y comercialización de la flor. Además, el estado del suelo es clave: una alta humedad genera podredumbre, mientras que la

sequedad produce plantas amarillas y flores pequeñas. Para optimizar estos cultivos, se propone una aplicación móvil con tecnología IoT, definiendo ocho requisitos funcionales y ocho no funcionales, según el estándar IEEE 830, basados en las necesidades de los floricultores.

Se diseñó una arquitectura desacoplada de cuatro capas: capa de aplicación, capa de servicios, capa de comunicación y capa física, para la aplicación móvil de optimización de cultivos de anturio. Esta estructura integra componentes en un esquema de front-end y back-end. En el front-end, el usuario interactúa con la aplicación en un smartphone, que se comunica inalámbricamente con un módulo Arduino conectado a sensores de humedad y pH a través de una tarjeta de control ESP32. Estos sensores obtienen datos sobre el estado del suelo y los envían al smartphone mediante Bluetooth. En el back-end, la aplicación transmite los datos al servidor mediante operaciones HTTP (GET, POST, DELETE) y los almacena en Firebase como base de datos, centralizando la información para análisis y consulta, lo que optimiza los procesos de producción para el usuario final. La Figura 1 muestra en detalle esta arquitectura.

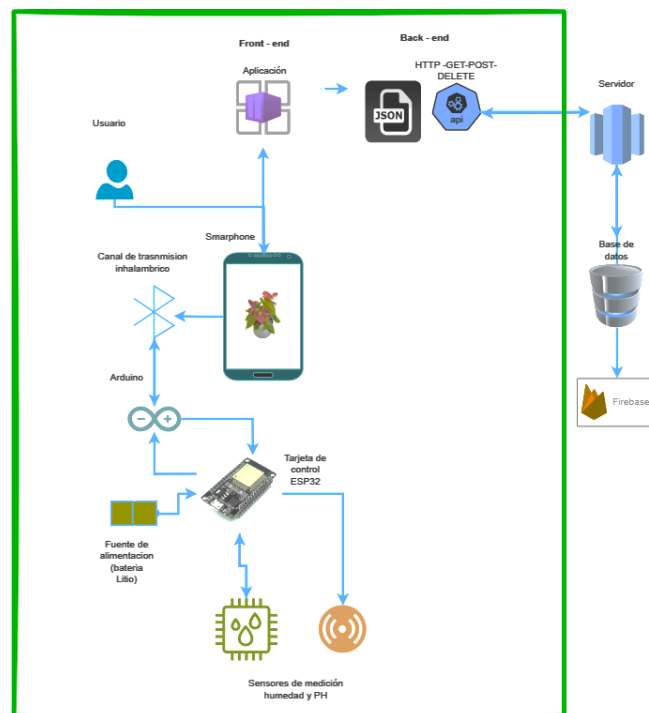


Figura 1. Arquitectura aplicación móvil basada en IoT.

La aplicación permitirá el monitoreo en tiempo real de la humedad del suelo y el pH. Para su desarrollo, se involucraron diversas tecnologías:

Flutter para la interfaz de usuario, Firebase como base de datos en tiempo real, e integración de sensores de humedad y pH mediante un módulo ESP32 con conexión Bluetooth Low Energy (BLE) para la comunicación entre el hardware y la aplicación. Además, se incluyó WeatherAPI.com para obtener datos meteorológicos. El desarrollo abarcó funcionalidades de autenticación, gestión de perfiles, visualización de datos de cultivo y monitoreo de condiciones del suelo, optimizando así el proceso productivo para el usuario final.

Finalmente, se realizaron pruebas de caja negra para validar la funcionalidad de la aplicación, evaluando aspectos como la creación de usuarios, la conexión con dispositivos IoT y la seguridad del usuario final. También se llevaron a cabo pruebas de usuario para verificar el comportamiento de la aplicación en un entorno con variables reales, tomando muestras en los cultivos de anturio de los cinco floricultores encuestados en la Fase 1.

4. Conclusiones

El análisis del cultivo de anturio en Viotá identificó dos factores principales que afectan la producción: el estado del suelo y el uso de métodos empíricos sin tecnologías avanzadas, resultando en consecuencias económicas negativas.

El análisis de la encuesta y entrevistas reveló que los pequeños floricultores en la vereda Java aplican métodos empíricos, carecen de acceso a tecnologías avanzadas, y el estado del suelo limita la calidad de la flor lo cual se ve reflejado en la baja o nula competitividad de sus cultivos de anturio.

Dado lo anterior, se identificó la necesidad de introducir una solución tecnológica para mejorar sus prácticas agrícolas y así mejorar la calidad de las flores, por tanto, se propuso una aplicación móvil basada en tecnología IoT para optimizar la producción de anturio, con requisitos definidos para abordar las necesidades específicas de los floricultores en cuanto la aplicación de buenas prácticas y la calidad del suelo.

Se diseñó una arquitectura desacoplada y modular en cuatro capas, adaptada a las necesidades de los floricultores locales, lo cual facilita una integración eficiente de los sensores IoT y asegura que la aplicación sea flexible y escalable.

La aplicación móvil fue implementada exitosamente, integrando una base de datos en tiempo real (Firebase), sensores IoT mediante un

microcontrolador ESP32, y una interfaz amigable desarrollada en Flutter, proporcionando a los usuarios una herramienta intuitiva y accesible.

Las pruebas de caja negra y de usuario validaron que la aplicación cumple con los requisitos definidos y es efectiva en un entorno real, permitiendo a los floricultores monitorear condiciones críticas del suelo y mejorando el control sobre el proceso de producción de anturio.

Referencias

- Acuña Hernández, K. (2021). *MERCAPP campesino: aplicación web para facilitar la distribución de productos por parte de agricultores y la reducción de intermediarios*. Universidad Antonio Nariño. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/4838>
- Avilés, R. F., Romero, W., Loor, G. A., & Nava, J. D. (2020). Estudio del uso de apps en las actividades agrícolas de las pequeñas unidades productivas en el sector de Milagro – Ecuador. *Risti, E25*. <https://www.proquest.com/openview/2c532d5762907cbde6cbf5ab5ce31333/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 9(2), 77–101. <https://doi.org/10.4236/JDAIP.2021.92006>
- Olvera Sánchez, R. (2017). *Monografía del cultivo de anturio (Anthurium sp.)*. (Tesis de grado). Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/110657>
- Pinzón Muñoz, C. A., Peña Jiménez, Y. E., Cuarán Ramos, N. L., & Redondo Méndez, A. C. (2022). Sector floricultor colombiano en los TLC con Canadá y República de Corea. *Podium*, 42, 117–136. <https://doi.org/10.31095/podium.2022.42.7>
- Questa-Tortero, M., Cabrera Borges, C., & Techera, A. T. (2022). Capítulo 1: ¿Qué es la investigación? En: *Competencias y herramientas de investigación aplicada con foco en la gestión educativa* (pp. 9-37). Universidad ORT Uruguay.