

Desarrollo de Aplicación Móvil con la Identificación Morfológica de Especies Vegetales.
Development of Mobile Application with Morphological Identification of Plant Species.
Marcelo Fabian Castro Tigua; Jenniffer Anahi Socola Riofrio; Holger González Sanango

**INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO TECNOLÓGICO**

**Julio - diciembre, V°4-N°2;
2023**

- ✓ **Recibido:** 04/12/2023
- ✓ **Aceptado:** 15/12/2023
- ✓ **Publicado:** 30/12/2023

PAÍS

- 📍 Ecuador- Santo Domingo de los Tsáchilas
- 📍 Ecuador- Santo Domingo de los Tsáchilas
- 📍 Ecuador- Santo Domingo de los Tsáchilas

INSTITUCIÓN

Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila

CORREO:

- ✉ marcelocastrotigua@tsachila.edu.ec
- ✉ jenniffersocolariofrio@tsachila.edu.ec
- ✉ holgergonzalez@tsachila.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0001-4970-1292>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0006-0625-7116>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0001-5022-6153>

FORMATO DE CITA APA.

Castro, M. Sócala, J. González, H. (2023). *Desarrollo de Aplicación Móvil con la Identificación Morfológica de Especies Vegetales*. Revista G-ner@ndo, V°4 (N°2). 870 – 882.

Resumen

La implementación de tecnologías innovadoras en la agricultura es esencial para abordar los desafíos actuales en la identificación de especies vegetales. Este proyecto presenta Botanix, una aplicación móvil que busca simplificar la identificación morfológica de plantas a través de dispositivos móviles. La metodología de desarrollo se basa en el modelo en cascada, proporcionando una estructura secuencial para el proceso, desde la recopilación de datos hasta el mantenimiento. La elección de Ionic 6 y Angular facilitó la integración entre el front-end y el back-end, respaldada por tecnologías como JavaScript, CSS y HTML, y la eficiente base de datos SQLite. La aplicación recopila información detallada sobre las características morfológicas de diversas especies, presentándola de manera clara y accesible, enriquecida con imágenes de alta resolución. Se realizaron pruebas de ejecución en diferentes dispositivos y versiones de Android para garantizar la adaptabilidad. La evaluación a 10 usuarios destaca el éxito en el nivel de interés y la interactividad, señalando estrategias efectivas para mantener a los usuarios comprometidos. Botanix demuestra una adecuación exitosa del contenido para su público objetivo, con el 60% de los usuarios considerando que está perfectamente orientado. Además, la aplicación se percibe como intuitiva y fácil de aprender, es decir emerge como una herramienta valiosa en la identificación de especies vegetales, fusionando eficazmente la tecnología, la usabilidad y la adecuación al usuario.

Palabras clave: (Especies vegetales, identificación morfológica, Botanix)

Abstract

The implementation of innovative technologies in agriculture is essential to address current challenges in the identification of plant species. This project presents Botanix, a mobile application that seeks to simplify the morphological identification of plants through mobile devices. The development methodology is based on the waterfall model, providing a sequential structure for the process, from data collection to maintenance. The choice of Ionic 6 and Angular made the integration between the front-end and back-end easy, supported by technologies such as JavaScript, CSS and HTML, and the efficient SQLite database. The application collects detailed information on the morphological characteristics of various species, presenting it in a clear and accessible way, enriched with high-resolution images. Test runs were performed on different devices and Android versions to ensure adaptability. The evaluation of 10 users highlights success in the level of interest and interactivity, pointing out effective strategies to keep users engaged. Botanix demonstrates successful content tailoring for its target audience, with 60% of users considering it to be perfectly targeted. Furthermore, the application is perceived as intuitive and easy to learn, that is, it emerges as a valuable tool in the identification of plant species, effectively fusing technology, usability and user-friendliness.

Keywords: (Plant species, morphological identification, Botanix)

Introducción

En la actualidad se presencia la era de mayor avance tecnológico a nivel global, donde los dispositivos electrónicos se han convertido en una herramienta de trabajo convencional, y pueden ser utilizados en diferentes sectores y la agricultura no ha sido la excepción (Maida & Pacienza, 2015). La implementación de tecnologías innovadoras en el sector agrícola ha adquirido una importancia crucial para abordar los desafíos contemporáneos asociados con la producción de alimentos y la gestión eficiente de los recursos agrícolas (Alambiaga, 2015).

Por tal razón se ha identificado que la diversidad de especies vegetales en el mundo presenta un desafío constante, debido a que muchas de ellas comparten características morfológicas similares, dificultando su identificación precisa (Pérez, 2018). Este problema cobra relevancia, especialmente en regiones afectadas por la presencia de especies invasoras, capaces de generar impactos negativos en los ecosistemas locales (Mondragón, 2019).

En respuesta a esta necesidad, se planteó el desarrollo de una aplicación móvil innovadora que aborda la identificación morfológica de especies vegetales. Siendo el objetivo principal de este proyecto proporcionar una herramienta accesible y eficaz que permita a cualquier usuario, a través de un dispositivo móvil, identificar de manera precisa y rápida diferentes especies vegetales.

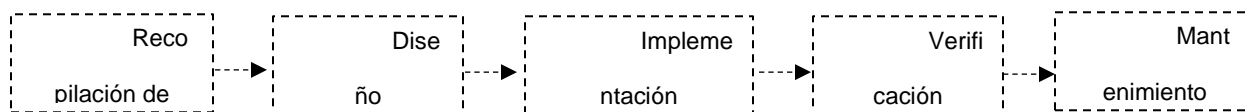
La aplicación móvil se fundamenta en una completa base de datos que incluye imágenes, información detallada sobre la especie vegetal, pruebas de aprendizaje y filtros de búsqueda, brindando una experiencia integral para el usuario (Johnson, 2019). Esto brinda al agricultor una herramienta que simplifica la identificación de especies vegetales, y a su vez contribuye a la conservación de los ecosistemas naturales, proporcionando beneficios significativos en sectores como la agricultura, jardinería y educación agropecuaria.

Materiales Y Métodos

El diseño de la aplicación se desarrolló bajo el paradigma del modelo de Desarrollo en Cascada (Waterfall), una metodología que sigue un enfoque secuencial y estructurado para el desarrollo de software. Este modelo divide el proceso en fases específicas, ejecutadas en un orden secuencial. Las fases principales incluyen la recopilación y análisis de datos de diferentes especies vegetales, diseño, implementación, verificación y mantenimiento como se muestra en la figura 1. Cada fase se inicia después de la finalización exitosa de la anterior. La principal fortaleza del modelo en cascada es que el proceso es fácilmente comprensible y secuencial, lo que permite a los desarrolladores controlar y predecir el costo y el tiempo de desarrollo del software (Prasetya & Pratama, 2021).

Figura 1.

Proceso de desarrollo de software.



Programación

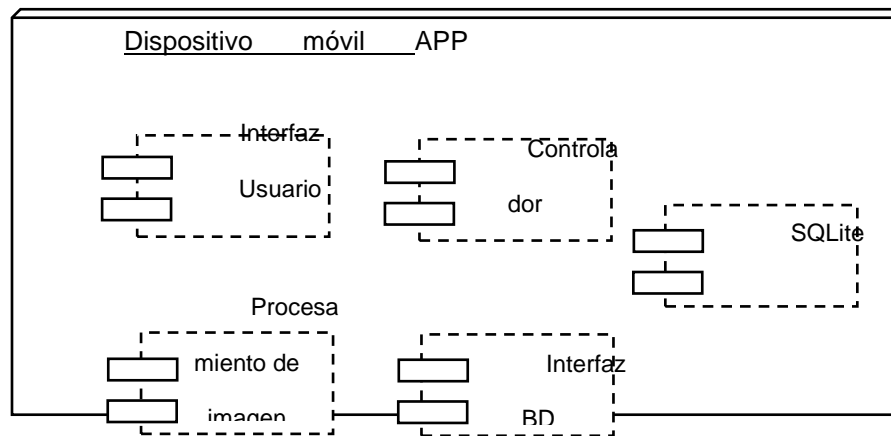
Ionic 6, basado en Angular, se seleccionó como framework principal para el desarrollo multiplataforma, permitiendo una integración fluida entre el front-end y el back-end. El aplicativo se programó utilizando el lenguaje JavaScript, CSS y HTML aprovechando la integración total con Angular. Se establecieron conexiones con la base de datos SQLite para operaciones de lectura-escritura y por su eficiencia y fácil integración con aplicaciones móviles desarrolladas con Ionic 6. La virtualización del aplicativo se llevó a cabo mediante Android Studio Code, asegurando una representación fidedigna del rendimiento en dispositivos Android (Cardenas, 2018) .

Arquitectura de hardware

La arquitectura del hardware se centra en dispositivos Android, utiliza Ionic 6 y Angular para el desarrollo, integra SQLite para la gestión de datos, y Android Studio Code para la virtualización y pruebas (Pérez, 2018). Esto crea una infraestructura sólida y coherente para la implementación y optimización del aplicativo como se observa en la figura 2.

Figura 2.

Arquitectura de despliegue



Pruebas de Ejecución

Se realizaron pruebas en 10 dispositivos a 10 agricultores, considerando gamas alta y baja, así como distintas versiones de Android. Esto garantizó la adaptabilidad y rendimiento del aplicativo en diversos entornos.

Análisis de Resultados

El reconocimiento de especies vegetales implica considerar diversos criterios distintivos, como el tallo, la corteza, la ramificación, las flores, los frutos, las semillas y las hojas. Sin embargo, la elección de un criterio de usabilidad conlleva identificar cada una de las características morfológicas de las especies vegetales.

Las características morfológicas de las diferentes especies vegetales se refieren a los aspectos estructurales y visuales de las plantas que permiten identificar y clasificar distintas especies. Estas características pueden variar ampliamente entre especies, pero algunas de las más comunes incluyen lo que se muestra a continuación en la tabla 1.

Tabla 1.

Descripción de características morfológicas.

Característica	Descripción
Hojas	- Forma: Simple, compuesta, lanceolada, oval, etc. - Bordes: Lisos, dentados, serrados, lobulados, etc. - Venación: Pinnada, palmada, paralela, etc.
Flores	- Color: Diversos colores. - Número de pétalos y sépalos. - Disposición: Racimos, espigas, cabezas florales, etc.
Tallo	- Altura: Longitud y altura del tallo. - Textura: Superficie lisa, peluda, rugosa, etc. - Ramificación: Patrón de ramificación del tallo.
Frutos	- Tipo: Seco o carnoso. - Método de dispersión: Viento, animales, agua, etc. - Forma y tamaño: Variados.
Raíces	- Tipo: Fibrosas, pivotantes, adventicias, etc. - Profundidad: Profundidad de las raíces en el suelo.
Inflorescencias	- Disposición de las flores en la planta, como umbelas, panículas, cimas, etc.
Textura y Color	- Textura de las partes de la planta (suave, áspera, aterciopelada, etc.). - Color general de la planta.

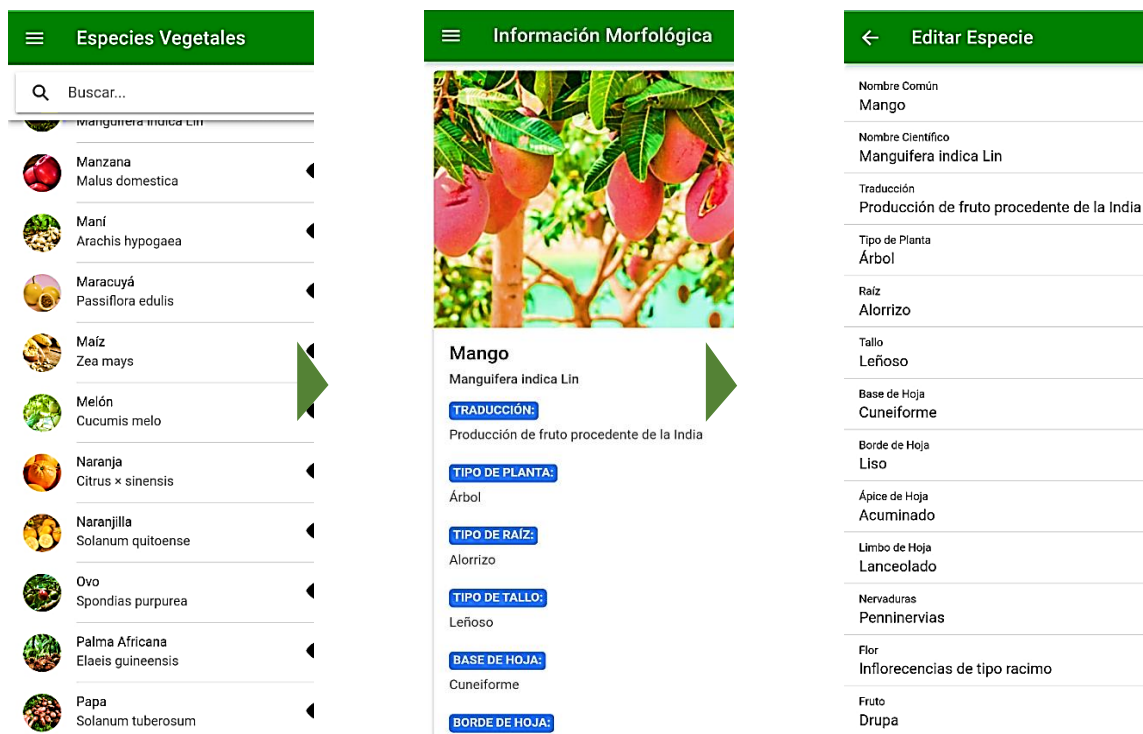
Fuente: Diferenciación morfológica de especies vegetales endémicas (Lozano et al., 2020).

Durante el desarrollo de la aplicación móvil, se logró recopilar y presentar información detallada sobre las características morfológicas de una amplia variedad de especies vegetales. Cada especie cuenta con una descripción que abarca aspectos como el tallo, la corteza, la ramificación, las flores, los frutos, las semillas y, especialmente, las hojas como se observa en la figura 3. La información se presenta de manera clara y accesible, permitiendo a los usuarios

comprender y distinguir las peculiaridades morfológicas de cada especie con precisión. Además, se incorporaron elementos visuales, como imágenes de alta resolución, que enriquecen la experiencia del usuario al brindar una representación gráfica detallada de cada característica morfológica. Este enfoque global de las especies garantiza que los usuarios obtengan una comprensión completa de la diversidad morfológica de las especies vegetales, contribuyendo así a su conocimiento y capacidad de identificación.

Figura 3.

Interfaz del APP Botanix



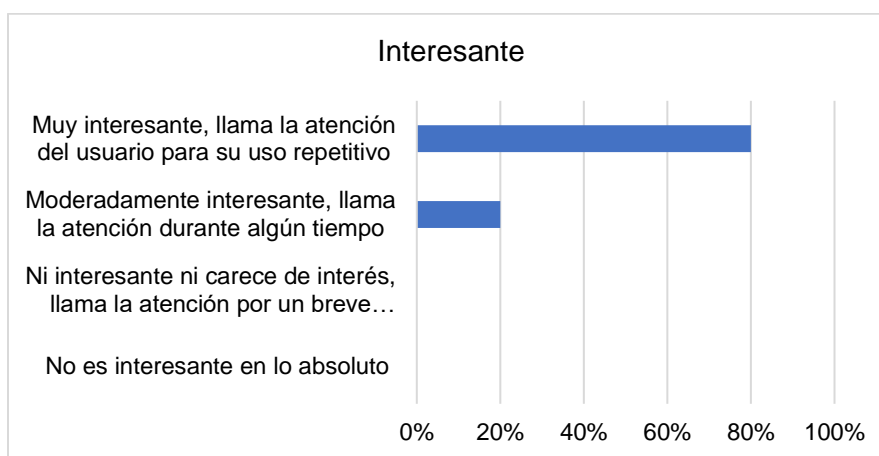
La evaluación de la aplicación Botanix se llevó a cabo con el objetivo de comprender el alcance y la aceptación del aplicativo por parte de un grupo representativo de 10 usuarios. Este proceso se centró en analizar diversos aspectos, desde la interfaz de usuario hasta la utilidad percibida de las características específicas relacionadas con la información agronómica de los cultivos.

A través de un cuestionario estructurado, se recopilaron datos valiosos sobre la experiencia de los usuarios, sus opiniones y posibles áreas de mejora. Las respuestas proporcionadas por los participantes ofrecen una visión detallada de cómo la aplicación responde a las expectativas y necesidades de su público objetivo.

A continuación, se presentan los resultados detallados de la evaluación, destacando las áreas de éxito y aquellas que requieren atención y posibles ajustes. Estos resultados constituyen una base esencial para la toma de decisiones informadas con respecto al desarrollo y la optimización continua de Botanix.

Figura 4.

Percepción del APP respecto al nivel de interés.



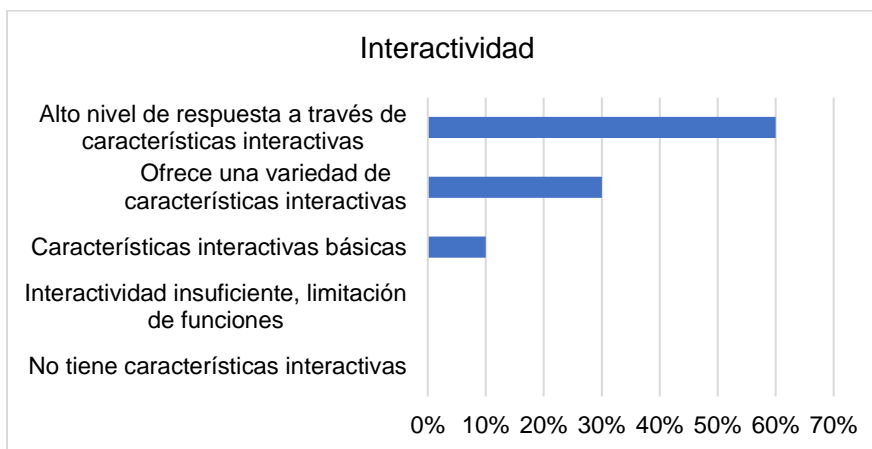
Los resultados sugieren que la aplicación tiene un enfoque exitoso en términos de entretenimiento. El hecho de que el 80% de los usuarios la calificara como "Muy interesante, llama la atención del usuario para su uso repetitivo" indica que la aplicación no solo es percibida como entretenida, sino que también tiene un atractivo duradero que incentiva a los usuarios a volver a utilizarla. Este alto nivel de interés y la mención de "uso repetitivo" sugieren que la aplicación ha incorporado estrategias efectivas para aumentar la participación a través del entretenimiento, quizás mediante características gamificadas o elementos que mantienen a los usuarios comprometidos y motivados.

Comparando estos resultados con LeafSnap, una aplicación de guías electrónicas de campo para la identificación de especies de árboles, se observan diferencias en los enfoques de entretenimiento (Volker & Kai, 2017). Mientras Botanix se destaca por su atractivo duradero y estrategias efectivas de participación, LeafSnap se centra en ofrecer una utilidad específica: la identificación de especies de árboles a través de fotografías de hojas. La aplicación LeafSnap se presenta como una herramienta más técnica y especializada en comparación con la naturaleza más entretenida de Botanix.

Ambas aplicaciones pueden tener éxitos notables, pero su enfoque y propósito son diferentes. Botanix parece apuntar a una audiencia más amplia al incorporar elementos de entretenimiento, lo que puede contribuir a su mayor atractivo general. Por otro lado, LeafSnap se dirige a usuarios específicos interesados en la identificación de especies de árboles, lo que puede limitar su atractivo a un público más especializado.

Figura 5.

Percepción del APP respecto al aspecto de interactividad.



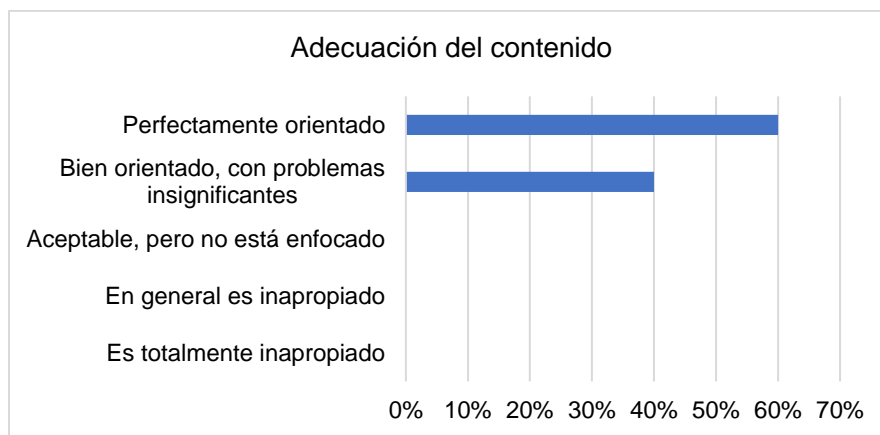
En cuanto a la "Interactividad", la tabla muestra que la mayoría de los usuarios (60%) perciben un alto nivel de respuesta a través de las características interactivas de la aplicación. Esto sugiere que la aplicación ofrece una experiencia interactiva efectiva y que los usuarios sienten que hay una buena respuesta a sus acciones dentro de la aplicación. Además, un 30%

de los usuarios indicaron que la aplicación ofrece una variedad de características interactivas, lo que también contribuye positivamente a la experiencia del usuario.

Al comparar los resultados de "Interactividad" en Botanix con la descripción de LeafSnap, que es una APP para identificar especies vegetales, se observa que ambas aplicaciones comparten un enfoque interactivo, pero difieren en la forma en que abordan la interactividad y responden a las acciones de los usuarios (Zhang et al., 2020).

Figura 6.

Percepción del APP respecto a la adecuación del contenido.



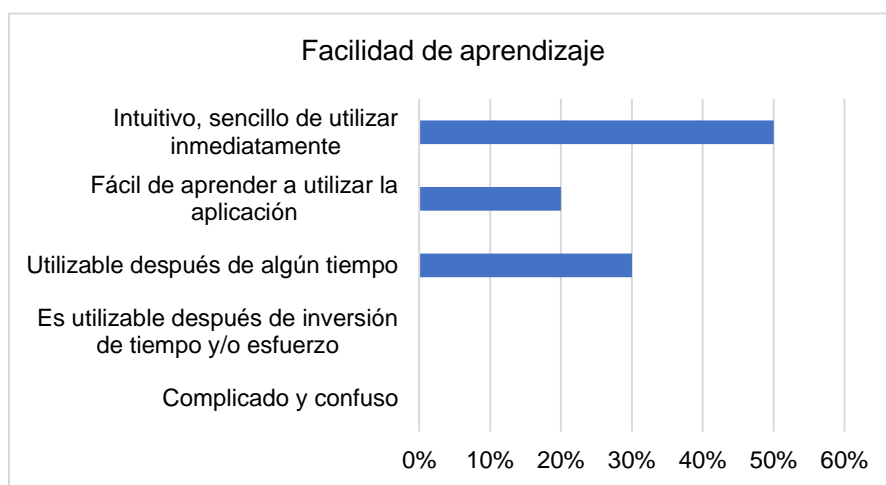
Respecto a la adecuación del contenido para el público objetivo, los resultados indican que la mayoría de los usuarios (60%) consideran que el contenido de la aplicación está "Perfectamente orientado" para su público objetivo. Esto sugiere que la aplicación ha logrado alinear de manera efectiva su contenido, incluyendo información visual, lenguaje y diseño, con las expectativas y necesidades del grupo de usuarios al que se dirige. Además, un 40% de los usuarios indicaron que la aplicación está "Bien orientada, con problemas insignificantes", lo que sugiere que, aunque hay algunos problemas menores, en general, la aplicación satisface adecuadamente las expectativas de su audiencia objetivo.

Al comparar estos resultados con otra APP "ArbolApp" se destacan algunas diferencias notables en los enfoques y estrategias de estas aplicaciones. Mientras Botanix se enfoca en

proporcionar información agronómica y logra una adecuación exitosa para su público, ArbolApp se orienta hacia la identificación de árboles en la Península Ibérica y las Islas Baleares, buscando ser accesible a un público interesado en aprender sobre la flora local (Alambiaga, 2015). La diferencia en el enfoque de búsqueda y el tamaño de la aplicación puede influir en la preferencia de los usuarios según sus necesidades y preferencias.

Figura 7.

Percepción del APP respecto al aspecto de usabilidad.



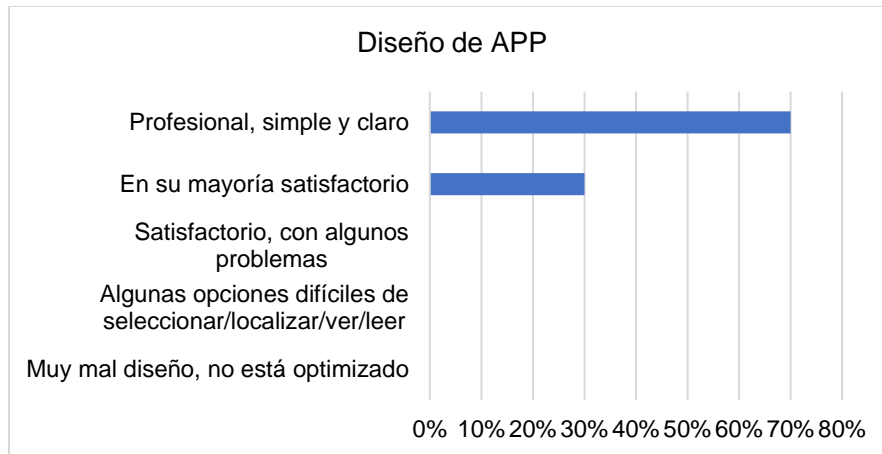
En relación con la "Facilidad de aprendizaje y claridad de instrucciones", se observa que el 50% de los usuarios perciben que la aplicación es "Intuitiva, sencilla de utilizar inmediatamente", indicando que la aplicación ofrece una experiencia de usuario fácil y accesible desde el primer uso. Además, el 30% de los usuarios encuentran que la aplicación es "Fácil de aprender a utilizar", lo que sugiere que la curva de aprendizaje es razonable y que los usuarios pueden familiarizarse con la aplicación con relativa rapidez.

Comparando estos resultados con la investigación de Mondragón (2019), se identifica que, de 8 usuarios evaluados, en el prototipo móvil se identificó un 75% de problemas de usabilidad, de los cuales la mayoría fueron menores, pero un 13% fue de problemas graves, al igual que de problemas mayores. Esto sugiere que la APP desarrollada en la presente

investigación es más adecuada para el usuario objetivo, brindándole una experiencia óptima para el uso de la aplicación.

Figura 8.

Percepción del APP respecto al diseño de Botanix.



En cuanto al "Diseño y disposición en pantalla", la mayoría de los usuarios (70%) consideran que el diseño es "Profesional, simple y claro". Esto implica que la disposición de los elementos en pantalla es efectiva y que los usuarios encuentran la interfaz visualmente atractiva y fácil de entender. Además, un 30% de los usuarios perciben la aplicación como "En su mayoría satisfactoria", sugiriendo que, aunque hay algunos problemas, la experiencia general es aceptable.

Conclusiones

La aplicación desarrollada ha logrado transmitir de manera clara y estructurada información crucial sobre hojas, flores, tallos, frutos y raíces de diferentes especies vegetales. Este enfoque integral contribuye a la comprensión detallada de la diversidad morfológica de las plantas, sirviendo como una valiosa herramienta educativa.

La elección estratégica de Ionic 6 como el framework principal para el desarrollo multiplataforma, en conjunción con Angular, ha posibilitado una integración sin inconvenientes entre el front-end y el back-end de Botanix, lo que ha fortalecido la creación y gestión de la extensa base de datos de especies vegetales en la APP, asegurando eficiencia y una fácil integración en dispositivos móviles.

La aplicación Botanix ha obtenido resultados positivos en la evaluación de la interactividad y la adecuación del contenido para su público objetivo. La mayoría de los usuarios perciben un alto nivel de respuesta a través de las características interactivas, y la aplicación ha logrado alinear de manera efectiva su contenido con las expectativas y necesidades del grupo de usuarios al que se dirige. Esto sugiere una cuidadosa consideración de la experiencia del usuario y una implementación exitosa de la información agronómica para agricultores.

Referencias Bibliográfica

- Alambiaga, J. B. (2015). Desarrollo de una aplicación móvil para la detección y clasificación de hojas de árboles. *Universidad Politécnica De Valencia*.
- Cardenas, S. (2018). Comparativo de framework open source para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas en centro de investigación aplicada y desarrollo en tecnologías de la información (CIADTI). *Universidad de Pamplona*.
- Johnson, S. (2019). Mobile Applications for Agriculture and Rural Development: A Review of Mobile Technologies and Their Impact on Farmers and Rural Communities. *Journal of Agricultural Informatics*, 10(1), 1-20.
- López, R. (2018). BotanicaApp: Aplicación móvil de Botánica [Tesis de pregrado, Universidad de Valladolid]. Repositorio institucional universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/33218/TFGG3454.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lozano, G., González, S., García, V., Mata, L., & Aguilar, O. (2020). Diferenciación morfológica poblacional de *Magnolia rzedowskiana* (Magnoliaceae): especie endémica en peligro de extinción de la sierra Madre Or. *Revista mexicana de biodiversidad*, 91.
- Maida, G., & Pacienza, J. (2015). Metodologías de desarrollo de software. *Tesis de Licenciatura en Sistemas y Computación. Facultad de Química e Ingeniería "Fray Rogelio Bacon". Universidad Católica Argentina, 2015.*
- Mondragón, A. (2019). Desarrollo de una aplicación móvil para la colecta de plantas de un herbario digital a través del diseño centrado en el usuario. *Universidad Tecnológica de la Mixteca*.
- Pérez, S. V. (2018). Identificación de especies vegetales utilizando dispositivos móviles. *Universidad de Chile*, <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/113941>.
- Prasetya, K. D., & Pratama, S. D. (2021). Análisis de eficacia del modelo Scrum distribuido en comparación con Enfoque en cascada en el desarrollo de aplicaciones de terceros. *Procedia Computer Science*, 103-111 <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.014>.
- Volker, P., & Kai, B. (2017). LeafNet: A computer vision system for automatic plant species identification. *Ecological Informatics*, 50-56 <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2017.05.005>.
- Zhang, S., Zhang, C., & Wang, X. (2020). Plant species recognition based on global-local maximum margin discriminant projection. *Knowledge-Based Systems*, 105998 <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2020.105998>.
-