



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE SOFTWARE**

Creada Ley No. 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO INTEGRADOR

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
SOFTWARE**

**APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN ARQUITECTURA SEMIÓTICO-
INTERACTIVA PARA LA COMPRENSIÓN TÉCNICA DEL USUARIO EN
LOS CULTIVOS DE PLÁTANO EN EL CARMEN**

ROYERS WASHINGTON ALCIVAR MELENDRES

AUTOR

ING. CARLOS VINICIO LOPEZ RODRIGUEZ, MG.

TUTOR

EL CARMEN, 2026

Uleam

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

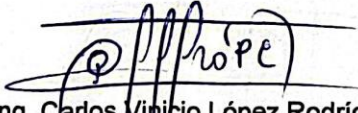
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **ROYERS WASHINGTON ALCIVAR MELENDRES**, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnologías de la Información período académico 2026-1, cumpliendo el total de 288 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es **"APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN ARQUITECTURA SEMIÓTICO-INTERACTIVA PARA LA COMPRENSIÓN TÉCNICA DEL USUARIO EN LOS CULTIVOS DE PLÁTANO EN EL CARMEN"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 31 de julio de 2026.

Lo certifico,


Ing. Carlos Vinicio López Rodríguez, Mg
Docente Tutor
Área: Tecnologías de la Información

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO DE MANABÍ"
EXTENSIÓN EL CARMEN



Uleam

Extensión El Carmen

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado "APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN ARQUITECTURA SEMIÓTICO-INTERACTIVA PARA LA COMPRENSIÓN TÉCNICA DEL USUARIO EN LOS CULTIVOS DE PLÁTANO EN EL CARMEN", cuyo autor es Royers Washington Alcivar Melendres de la Carrera de Ingeniería en Software y como Tutor de Trabajo de Titulación el Ing. Carlos Vinicio López Rodríguez, Mg.

El Carmen, agosto de 2026

Ing. Mora Marcillo Alex Bladimir
Presidente del tribunal de titulación

Ing. Rocío Alexandra Mendoza Villamar
Miembro del tribunal de titulación

Ing. Rómulo Danilo Arévalo Hermida
Miembro del tribunal de titulación

Uleam

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”

EXTENSIÓN EL CARMEN



DECLARACIÓN DE AUTORIA

La responsabilidad de este proyecto de Titulación: **APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN ARQUITECTURA SEMIÓTICO-INTERACTIVA PARA LA COMPRENSIÓN TÉCNICA DEL USUARIO EN LOS CULTIVOS DE PLÁTANO EN EL CARMEN** corresponde exclusivamente a **Royers Washington Alcívar Melendres** con C.I 131748565-2 y los derechos patrimoniales del mismo a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

El Carmen – Manabí

Autor

Royers Washington Alcívar Melendres
C.I 131748565-2

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, con todo mi amor, a la memoria de mi hermano Eduardo. Aunque no puedas estar aquí físicamente para celebrar este momento, sé que me acompañas desde el cielo. Tu recuerdo ha sido mi luz y una fuerza inmensa para no rendirme a lo largo de este camino. Este logro es para ti.

A mis padres, Alfredo y Angélica, les dedico esta meta como una pequeña muestra de todo lo que merecen. Gracias por darme la vida, por su ejemplo de lucha diaria y por creer en mis sueños.

A mi novia, Melina, a quien también dedico este triunfo por ser mi refugio y mi paz. Gracias por caminar a mi lado y no soltar mi mano en esta etapa.

Royers Wasington Alcivar Melendres

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy infinitas gracias a Dios por darme la vida, la salud y la sabiduría para culminar esta etapa. Reconozco que sin su amor y sin las fuerzas que me renovaba cada día, no habría podido terminar mi carrera; todo este logro es obra de su perfecta voluntad.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Alfredo y Angélica, por ser el pilar fundamental en mi vida. Gracias por su esfuerzo incondicional y por creer en mí desde el primer día. Todo su sacrificio ha valido la pena.

A mi novia, Melina, gracias por estar siempre a mi lado, especialmente en los momentos de mayor estrés y cansancio. Tu paciencia, tus palabras de aliento y tu apoyo constante fueron vitales para no rendirme. Gracias por ser mi equipo.

Royers Wasington Alcivar Melendres

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	IV
DECLARACIÓN DE AUTORIA.....	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XVIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XX
RESUMEN	XXI
ABSTRACT.....	XXII
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Presentación del tema.....	2
1.3. Contextualización de la problemática	3
1.4. Planteamiento del problema	3
1.4.1. Problematización.....	3
1.4.2. Génesis del problema	4

1.4.3.	Estado actual del problema	5
1.5.	Diagrama causa – efecto	6
1.6.	Objetivos	7
1.6.1.	Objetivo general.....	7
1.6.2.	Objetivos específicos	7
1.7.	Justificación.....	7
1.8.	Impactos esperados	8
1.8.1.	Impacto tecnológico.....	9
1.8.2.	Impacto social	9
1.8.3.	Impacto ecológico	9
CAPÍTULO II		10
2.	MARCO TEÓRICO.....	10
2.1.	Antecedentes históricos.....	10
2.2.	Investigaciones relacionadas	11
2.3.	Definiciones conceptuales y categorías clave	13
2.3.1.	Arquitectura semiótico-interactiva.....	13
2.3.2.	Arquitectura de la información	14
2.3.2.1.	Semiótica aplicada a interfaces digitales	14
2.3.2.2.	Interacción humano-computadora	15
2.3.2.3.	Diseño de interfaces centrado en el usuario	15
2.3.2.4.	Elementos visuales e interactivos en el diseño de interfaces digitales	16

2.3.3.	Comprensión de la información técnica del usuario.....	17
2.3.3.1.	Usabilidad.....	17
2.3.3.2.	Experiencia del Usuario (UX)	18
2.3.3.3.	Aprendizaje del usuario a través de la interacción con interfaces digitales	18
2.3.3.4.	Interpretación visual de la información	19
2.4.	Conclusiones del Marco Teórico.....	19
CAPÍTULO III.....		21
3.	MARCO INVESTIGATIVO	21
3.1.	Introducción	21
3.2.	Tipo y métodos de investigación.....	21
3.2.1.	Investigación de Campo.....	21
3.2.2.	Investigación Descriptiva.....	21
3.2.3.	Investigación Bibliográfica.....	22
3.2.4.	Investigación de enfoque mixto	22
3.2.5.	Inductivo-Deductivo	22
3.3.	Fuentes de información	23
3.3.1.	Encuesta	23
3.3.2.	Entrevista	23
3.4.	Estrategia de recolección de datos	23
3.4.1.	Población.....	23
3.4.2.	Muestra	24

3.4.3.	Muestreo	24
3.4.4.	Sujetos de estudio	25
3.4.5.	Análisis de las herramientas de recolección de datos a utilizar	25
3.4.5.1.	Encuesta.....	25
3.4.5.2.	Entrevista	26
3.4.5.3.	Estructura de los instrumentos de recolección de datos aplicados	26
3.5.	Análisis e interpretación de resultados.....	26
3.5.1.	Resultados obtenidos en la investigación	26
3.5.1.1.	Análisis de la información recopilada mediante la encuesta aplicada a los estudiantes de tercero y cuarto nivel de la carrera de Agropecuaria.....	27
3.5.1.2.	Descripción e interpretación de la información obtenida en las entrevistas realizadas a los docentes.	32
3.6.	Análisis final de la información recopilada.....	35
CAPÍTULO IV.....		37
4.	MARCO PROPOSITIVO.....	37
4.1.	Introducción	37
4.2.	Descripción de la propuesta tecnológica	37
4.3.	Recursos requeridos	38
4.3.1.	Recursos humanos	38
4.3.2.	Recursos tecnológicos.....	39
4.3.3.	Recursos económicos.....	40
4.4.	Fases de desarrollo del software.....	40

4.4.1.	Descripción del producto	41
4.4.1.1.	Propósito del producto	41
4.4.1.2.	Funcionalidades clave.....	41
4.4.1.3.	Usuario objetivo	41
4.4.1.4.	Condiciones de éxito del producto	42
4.4.2.	Aplicación de Scrum en el desarrollo de la interfaz	42
4.4.3.	Roles y responsabilidades	43
4.4.4.	Requerimientos funcionales y no funcionales	43
4.4.5.	Historias de usuario.....	45
4.4.5.1.	HU-01. Acceso a pantalla principal agrícola.....	46
4.4.5.2.	HU-02. Inicio de revisión con cámara.....	46
4.4.5.3.	HU-03. Guía visual en realidad aumentada.....	47
4.4.5.4.	HU-04. Visualización de resultados técnicos	47
4.4.5.5.	HU-05. Registro en historial.....	48
4.4.5.6.	HU-06. Consulta de historial	48
4.4.5.7.	HU-07. Generación de expediente PDF	49
4.4.5.8.	HU-08. Reinicio de revisión desde la interfaz.....	49
4.4.6.	Casos de uso.....	50
4.4.6.1.	Casos de uso del módulo de interfaz AR.....	50
4.4.6.2.	Especificación del caso de uso CU-02: Iniciar revisión de planta	51
4.4.6.3.	Casos de Uso: Iniciar revisión de planta	51

4.4.6.4.	Especificación del caso de uso CU-03: Capturar imagen de la planta	51
4.4.6.5.	Casos de Uso: Capturar imagen de la planta	52
4.4.6.6.	Especificación del caso de uso CU-04: Visualizar información AR.....	52
4.4.6.7.	Casos de Uso: Visualizar información AR.....	53
4.4.6.8.	Especificación del caso de uso CU-07: Consultar historial.....	53
4.4.6.9.	Casos de Uso: Consultar historial.....	54
4.4.6.10.	Especificación del caso de uso CU-08: Generar expediente PDF	54
4.4.6.11.	Casos de Uso: Generar expediente PDF	55
4.4.7.	Diagramas de estado del módulo	55
4.4.7.1.	Estados del flujo de revisión.....	56
4.4.8.	Diseño técnico y organización del código	56
4.4.9.	Diseño de interfaz y experiencia de usuario	58
4.4.9.1.	Prototipo de pantalla principal del módulo.....	59
4.4.9.2.	Prototipo de pantalla de escaneo con realidad aumentada	60
4.4.9.3.	Prototipo de historial de revisiones	61
4.4.10.	Diagramas complementarios de navegación e interacción	62
4.4.10.1.	Mapa de navegación del módulo de interfaz AR.....	62
4.4.10.2.	Flujo de interacción del agricultor durante la revisión	63
4.4.10.3.	Mapa de integración del módulo AR con componentes externos.....	64
4.4.10.4.	Estados de permisos y cámara	65
4.4.10.5.	Estados del expediente PDF.....	66

4.4.11.	Product Backlog	66
4.4.12.	Planificación y desglose de sprints.....	67
4.4.12.1.	Desglose detallado de los sprints	68
4.4.13.	Definición de Hecho.....	72
4.4.14.	Eventos Scrum desarrollados	72
4.4.15.	Implementación de funcionalidades.....	73
4.4.16.	Pruebas del componente desarrollado	73
4.4.17.	Sprint Review e incremento final.....	74
4.4.18.	Consideraciones finales del capítulo	75
CAPÍTULO V		76
5.	EVALUACIÓN DE RESULTADOS	76
5.1.	Introducción	76
5.2.	Validación técnica y funcional del producto.....	76
5.2.1.	Estructuración del proceso evaluativo	76
5.2.2.	Ejecución de la evaluación.....	77
5.2.2.1.	Proceso de revisión mediante realidad aumentada	77
5.2.2.2.	Resultados de la evaluación.....	78
5.3.	Análisis de impacto y resultados obtenidos	79
CAPÍTULO VI.....		80
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
6.1.	Conclusiones	80

6.2. Recomendaciones.....	81
REFERENCIAS.....	82
ANEXOS	86
GLOSARIO	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Interpretación de Encuesta.....	27
Tabla 2: Interpretación de entrevista a docente de Agropecuaria.....	32
Tabla 3: Interpretación de entrevista a docente de Software	33
Tabla 4: Recursos humanos	38
Tabla 5: Recursos tecnológicos	39
Tabla 6: Recursos económicos.....	40
Tabla 7: Aplicación de Scrum en el módulo de interfaz AR	42
Tabla 8: Roles y responsabilidades del desarrollo	43
Tabla 9: Requerimientos funcionales del módulo	44
Tabla 10: Requerimientos no funcionales del módulo	45
Tabla 11: Historia de usuario HU-01	46
Tabla 12: Historia de usuario HU-02.....	46
Tabla 13: Historia de usuario HU-03	47
Tabla 14: Historia de usuario HU-04.....	47
Tabla 15: Historia de usuario HU-05	48
Tabla 16: Historia de usuario HU-06.....	48
Tabla 17: Historia de usuario HU-07	49
Tabla 18: Historia de usuario HU-08.....	49
Tabla 19: Casos de uso principales del módulo.....	50
Tabla 20: Especificación del caso de uso CU-02.....	51

Tabla 21: Especificación del caso de uso CU-03.....	51
Tabla 22: Especificación del caso de uso CU-04.....	52
Tabla 23: Especificación del caso de uso CU-07.....	53
Tabla 24: Especificación del caso de uso CU-08.....	54
Tabla 25: Estados del flujo de revisión.....	55
Tabla 26: Organización técnica del código.....	57
Tabla 27: Decisiones de diseño de interfaz.....	58
Tabla 28: Product Backlog del módulo	67
Tabla 29: Planificación general de sprints	67
Tabla 30: Desglose del sprint.....	68
Tabla 31: Cámara, permisos y captura.....	69
Tabla 32: Visualización AR, resultados e historial.....	70
Tabla 33: Expediente, pruebas e integración	71
Tabla 34: Definición de Hecho del módulo	72
Tabla 35: Eventos Scrum aplicados.....	72
Tabla 36: Funcionalidades implementadas	73
Tabla 37: Pruebas aplicadas al módulo.....	74
Tabla 38: Incremento final y entregables.....	75
Tabla 39: Estructuración del proceso evaluativo.	76
Tabla 40: Procedimiento de utilización del módulo de realidad aumentada.	77
Tabla 41: Resultados de la evaluación de la comprensión de la información técnica.	78

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama de Causa y Efecto.....	6
Ilustración 2: Diagrama general de casos de uso del módulo de interfaz AR	50
Ilustración 3: Diagrama de Casos de Uso: Iniciar revisión de planta.	51
Ilustración 4: Diagrama de Casos de Uso: Capturar imagen de la planta.....	52
Ilustración 5: Diagrama de Casos de Uso: Visualizar información AR	53
Ilustración 6: Diagrama de Casos de Uso: Consultar historial	54
Ilustración 7: Diagrama de Casos de Uso: Generar expediente PDF	55
Ilustración 8: Diagrama de estados del flujo de revisión.....	56
Ilustración 9: Prototipo de pantalla principal del módulo.....	59
Ilustración 10: Prototipo de pantalla de escaneo con realidad aumentada.....	60
Ilustración 11: Prototipo de historial de revisiones.....	61
Ilustración 12: Mapa de navegación del módulo de interfaz AR.....	62
Ilustración 13: Flujo de interacción del agricultor durante la revisión	63
Ilustración 14: Mapa de integración del módulo AR con componentes externos	64
Ilustración 15: Diagrama de estados de permisos y cámara	65
Ilustración 16: Diagrama de estados del expediente PDF	66
Ilustración 17: Entrevista al docente de Agropecuaria.	90
Ilustración 18: Aplicación de la encuesta a los estudiantes de Agropecuaria.....	90
Ilustración 19: Desarrollo de las pruebas de funcionalidad de la aplicación (Participante 3) .	91
Ilustración 20: Desarrollo de las pruebas de funcionalidad de la aplicación (Participante 5) .	91

Ilustración 21: Desarrollo de las pruebas de funcionalidad de la aplicación (Participante 8) .	92
Ilustración 22: Desarrollo de las pruebas de funcionalidad de la aplicación (Participante 10)	92
Ilustración 23: Instrumento de entrevista aplicado al docente de la carrera de Agropecuaria.	93
Ilustración 24: Instrumento de entrevista aplicado al docente del área de Ingeniería.	94
Ilustración 25: Formulario de la encuesta en Google Forms.	95
Ilustración 26: Respuestas obtenidas mediante la encuesta en Google Forms.	95

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Asignación de Tutor.....	86
Anexo B: Reporte del sistema antiplagio.....	87
Anexo C: Fotografías.....	90
Anexo D: Evidencia de los instrumentos de investigación utilizados.	93

RESUMEN

El cultivo de plátano representa una de las principales actividades productivas del cantón El Carmen, provincia de Manabí; sin embargo, muchos agricultores todavía tienen dificultades para entender la información relacionada con plagas, hongos y el estado de salud de las plantas, ya que en muchos casos se presenta de una forma poco clara o con términos que no son fáciles de comprender, por lo que surge la necesidad de contar con herramientas digitales que permitan acceder a esa información de una manera más sencilla, visual y fácil de entender. A partir de esta necesidad, el presente trabajo tuvo como objetivo diseñar y desarrollar una interfaz móvil basada en una arquitectura semiótico-interactiva con realidad aumentada para ayudar a los usuarios a comprender mejor la información técnica sobre el cultivo de plátano, para lo cual se desarrolló una investigación con enfoque mixto, de tipo descriptivo y aplicado, mediante la aplicación de encuestas a una muestra de 40 participantes vinculados al área agrícola, complementando esta información con dos entrevistas para obtener criterios técnicos que aportaron al desarrollo de la propuesta. En la parte tecnológica se trabajó con la metodología Scrum y se utilizaron herramientas como Flutter, Dart, Riverpod, Camera, SQLite/sqflite, Permission Handler y la generación de reportes en PDF, lo que permitió desarrollar una aplicación funcional. Los resultados mostraron una buena aceptación del uso de la interfaz, la realidad aumentada y los diferentes recursos visuales incorporados en la aplicación para apoyar la comprensión de la información relacionada con el cultivo; además, las pruebas funcionales permitieron comprobar el correcto funcionamiento de la navegación, el uso de la cámara, la presentación de los resultados, el almacenamiento del historial y la generación de reportes, por lo que se concluye que la interfaz desarrollada constituye una alternativa útil para presentar la información técnica de una forma más clara y facilitar que los agricultores comprendan mejor la información que reciben desde la aplicación.

ABSTRACT

The cultivation of plantain represents one of the main productive activities in the canton of El Carmen, province of Manabí. However, many farmers still face difficulties in understanding information related to pests, fungi, and the health status of plants, since in many cases it is presented unclearly or uses terms that are not easy to understand. Therefore, there is a need for digital tools that provide access to this information in a simpler, more visual, and easier-to-understand way. Based on this need, the present study aimed to design and develop a mobile interface based on a semiotic-interactive architecture with augmented reality to help users better understand technical information about plantain cultivation. To achieve this, a mixed-methods, descriptive, and applied research study was conducted through surveys administered to a sample of 40 participants associated with the agricultural field, complemented by two interviews to obtain technical perspectives that contributed to the development of the proposed solution. From a technological perspective, the Scrum methodology was used, along with tools such as Flutter, Dart, Riverpod, Camera, SQLite/sqlite, Permission Handler, and PDF report generation, which enabled the development of a functional application. The results showed good acceptance of the interface, augmented reality, and the different visual resources incorporated into the application to support the understanding of information related to the crop. In addition, functional tests confirmed the proper operation of navigation, camera use, results presentation, history storage, and report generation. Therefore, it is concluded that the developed interface represents a useful alternative for presenting technical information in a clearer manner and facilitating farmers' understanding of the information they receive through the application.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

La transformación digital ha impulsado el desarrollo de herramientas tecnológicas orientadas a resolver problemáticas presentes en diversos sectores productivos. En el ámbito agrícola, las aplicaciones móviles se han convertido en un recurso que facilita el acceso a información relacionada con el manejo de los cultivos; sin embargo, gran parte de estas herramientas continúa presentando la información mediante contenidos técnicos que resultan difíciles de interpretar para usuarios que no poseen una formación especializada. Como resultado, la tecnología no se aprovecha al máximo y deja de ser un apoyo útil para las actividades que se realizan en el campo.

El cultivo de plátano es una de las principales actividades agrícolas del cantón El Carmen, provincia de Manabí. Para cuidar adecuadamente los cultivos, los agricultores necesitan entender la información sobre plagas, enfermedades y otros problemas que pueden afectar a las plantas, ya que de ello dependen muchas de las decisiones que toman en su trabajo diario. Sin embargo, esta información no siempre se presenta de una forma fácil de entender, por lo que muchas personas tienen dificultades para utilizarla y se hace necesario desarrollar herramientas que la muestren de manera más clara y sencilla.

Por esta razón, la presente investigación tuvo como propósito diseñar y desarrollar una interfaz de usuario basada en una arquitectura semiótico-interactiva que incorporó realidad aumentada para mostrar de forma clara la información sobre plagas, enfermedades y el estado de las plantas de plátano. La propuesta se desarrolló para los agricultores del cantón El Carmen con la idea de que pudieran entender mejor la información que muestra la aplicación, para ello se creó una interfaz sencilla con imágenes y otros elementos que les ayudaran a identificar y comprender la información con mayor facilidad.

Para conocer mejor el problema se recogió información de distintas personas relacionadas con el tema, por eso se realizaron encuestas a estudiantes de la carrera de Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen y también se entrevistó a un docente de Agropecuaria y a un docente de Ingeniería de Software, cuyos

aportes ayudaron a conocer diferentes opiniones y recomendaciones que fueron útiles para el desarrollo de la investigación. Con la información obtenida fue posible conocer mejor las necesidades de los usuarios, lo que permitió desarrollar una interfaz pensada para responder a esas necesidades y evaluar su funcionamiento.

Como resultado de la investigación se desarrolló una aplicación móvil con una interfaz basada en una arquitectura semiótico-interactiva y realidad aumentada, pensada para que la información sobre el cultivo de plátano sea más fácil de entender y ayude a los agricultores a reconocer el estado de sus plantas sin tener que interpretar información complicada. Al evaluar la aplicación se pudo comprobar que la interfaz fue fácil de usar y que los participantes entendieron con mayor facilidad la información mostrada, lo que demuestra que esta propuesta puede ayudar a los agricultores durante la revisión y el manejo de sus cultivos.

1.2. Presentación del tema

El presente proyecto de titulación se orientó al diseño y desarrollo de una aplicación móvil basada en una arquitectura semiótico-interactiva, cuyo propósito fue fortalecer la comprensión técnica de los agricultores del cantón El Carmen, provincia de Manabí. La propuesta reunió la realidad aumentada, la inteligencia artificial y un chatbot para ayudar a los agricultores a entender mejor la información relacionada con el cultivo de plátano, dentro de la investigación se trabajó con la aplicación móvil semiótico-interactiva con realidad aumentada como variable independiente y con la comprensión técnica del usuario como variable dependiente, esta última se relacionó con la capacidad del agricultor para entender la información sobre el estado de sus cultivos y usarla como apoyo al momento de tomar decisiones.

La investigación se llevó a cabo en un entorno agrícola donde muchos agricultores aún tenían dificultades para acceder a herramientas digitales que les ayudaran a entender la información sobre el estado de sus cultivos, por lo que se desarrolló una aplicación que utilizó recursos visuales y realidad aumentada para presentar esa información de una forma más clara y fácil de entender, ayudando así a los agricultores durante el manejo del cultivo de plátano.

1.3. Contextualización de la problemática

El proyecto se desarrolló en el cantón El Carmen, ubicado al norte de la provincia de Manabí, donde la agricultura tiene un papel importante en la economía de muchas familias, especialmente por el cultivo de plátano y banano que generan trabajo e ingresos en las zonas rurales.

Gran parte de esta actividad está en manos de pequeños y medianos productores que dependen de sus cultivos para mantener sus ingresos y cubrir las necesidades de sus familias. Sin embargo, se enfrentan a varios desafíos como los cambios en el clima, la presencia de plagas y enfermedades y las limitaciones en el acceso a tecnologías, factores que influyen directamente en la calidad y la cantidad de la producción.

Por otra parte, el acceso a procesos de capacitación técnica y a herramientas digitales continúa siendo restringido en varios sectores rurales. Si bien existen iniciativas institucionales orientadas al fortalecimiento del ámbito agrícola, su alcance no siempre logra cubrir a la totalidad de los productores, lo que ocasiona brechas en el acceso a conocimientos técnicos actualizados y pertinentes.

A partir de esta realidad territorial y productiva, se evidencia la necesidad de analizar alternativas tecnológicas que aporten a la mejora de los procesos de gestión agrícola. En este marco, la aplicación móvil se plantea como una herramienta orientada a fortalecer el acceso a información técnica, adaptada a las condiciones específicas del cantón El Carmen y a las necesidades de sus productores.

1.4. Planteamiento del problema

1.4.1. Problematicación

En el cantón El Carmen, la producción de plátano constituye una de las actividades económicas más relevantes y representa el principal medio de sustento para numerosas familias del sector rural. A pesar de su importancia productiva, los agricultores enfrentan dificultades para comprender y aplicar información técnica vinculada con la nutrición vegetal, la sanidad del cultivo y las acciones preventivas frente a enfermedades.

Estas dificultades se asocian, en gran medida, a la limitada disponibilidad de soluciones tecnológicas diseñadas de acuerdo con el nivel educativo y el contexto sociocultural de los productores. En este sentido, muchas de las aplicaciones móviles existentes presentan interfaces poco amigables y emplean terminología técnica especializada, lo que restringe su uso por parte de agricultores cuya experiencia práctica constituye su principal fuente de aprendizaje. En consecuencia, el contenido especializado no siempre es comprendido ni aplicado adecuadamente de manera efectiva en el manejo del cultivo.

Esta situación incide directamente en la detección tardía de enfermedades como la Sigatoka negra y el Moko bacteriano, generando pérdidas económicas, reducción del rendimiento productivo y afectación en la calidad del plátano. De igual forma, aunque el conocimiento tradicional constituye un recurso valioso, su aplicación exclusiva resulta insuficiente frente a los actuales desafíos sanitarios y climáticos que enfrenta la actividad agrícola.

Por esta razón, se desarrolló una aplicación pensada para ayudar a los agricultores a entender mejor la información sobre sus cultivos, buscando que todo lo que apareciera en pantalla fuera claro y fácil de interpretar para que pudieran conocer el estado de las plantas y tomar decisiones con mayor seguridad, para lograrlo se trabajó con una arquitectura semiótico-interactiva y realidad aumentada como parte del diseño de la interfaz.

1.4.2. Génesis del problema

La problemática identificada tiene su origen en un modelo agrícola sustentado principalmente en la transmisión empírica del conocimiento entre generaciones. En este contexto, los productores han desarrollado las prácticas de manejo del cultivo a partir de la observación y la experiencia, con un acceso limitado al acompañamiento técnico especializado.

Aunque en años recientes se han implementado programas de capacitación impulsados por entidades públicas y privadas, su alcance ha sido limitado y, en muchos casos, carece de continuidad, especialmente entre los pequeños y medianos productores. Esta situación ha restringido la actualización de conocimientos técnicos y ha dificultado la incorporación de prácticas agrícolas acordes a las exigencias actuales del sector.

A ello se suma la presencia progresiva de enfermedades como la Sigatoka negra, la cual ha puesto en evidencia la necesidad de disponer de herramientas que faciliten el diagnóstico temprano y el manejo oportuno del cultivo. No obstante, muchas de las soluciones tecnológicas disponibles han sido diseñadas para contextos industriales, presentan costos elevados o se encuentran en idiomas distintos al español, lo que complica su implementación en zonas rurales.

Como resultado, aunque la tecnología ha avanzado en el sector agrícola, muchos productores todavía tienen dificultades para acceder a estas herramientas y aprovecharlas en su trabajo diario, por lo que se hace necesario desarrollar soluciones digitales que respondan a las necesidades de los agricultores manabitas y les ayuden a realizar sus actividades de una forma más sencilla y acorde con la realidad que viven.

1.4.3. Estado actual del problema

El cantón El Carmen se mantiene como uno de los principales productores de plátano a nivel nacional. Pese a esta relevancia productiva, los agricultores continúan enfrentando dificultades en el manejo eficiente de plagas y enfermedades, situación que se ve agravada por la escasa disponibilidad de herramientas tecnológicas accesibles y adaptadas a sus condiciones reales de trabajo.

Las soluciones digitales disponibles para apoyar el manejo agrícola presentan limitaciones para responder de manera integral a las necesidades del sector local, ya sea por su complejidad operativa, el uso de idiomas distintos al español, la ausencia de personalización o las limitaciones de conectividad propias de las zonas rurales. En este contexto, muchos productores continúan basando la toma de decisiones en la observación empírica, lo que retrasa la identificación oportuna de problemas fitosanitarios y ocasiona pérdidas económicas recurrentes.

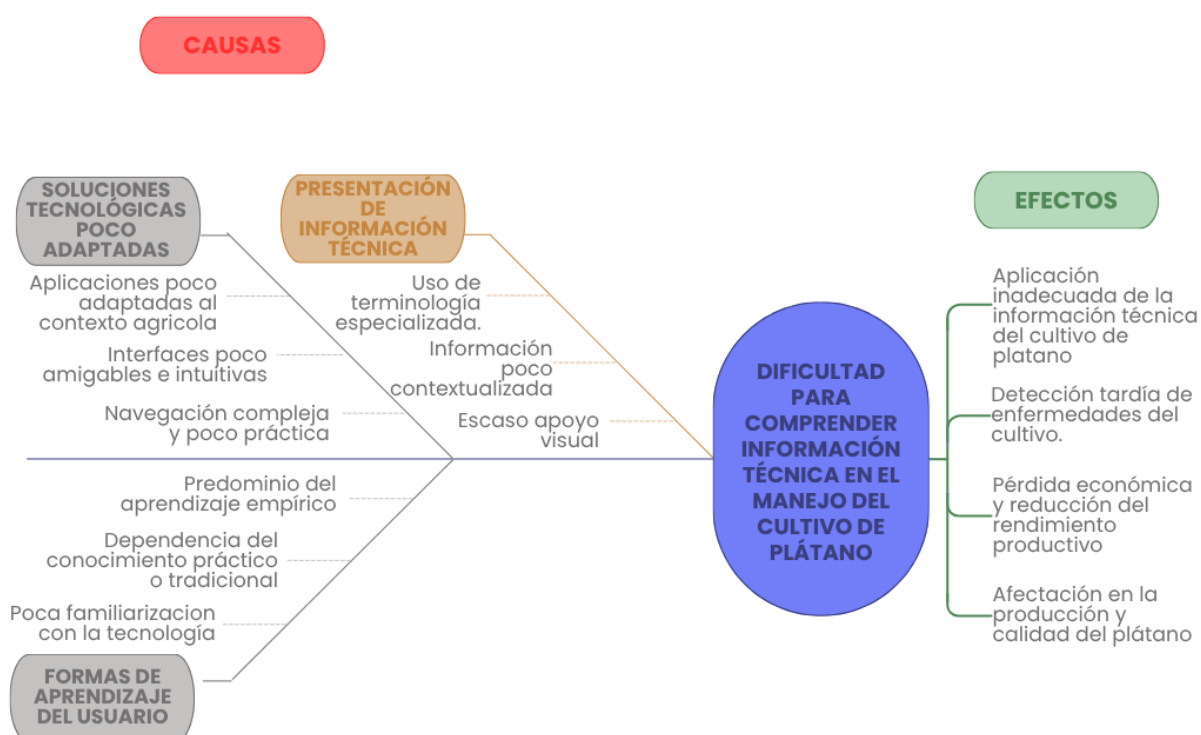
Si bien en el ámbito agrícola se han desarrollado avances relevantes en el uso de la inteligencia artificial y la realidad aumentada, la incorporación de estas tecnologías en aplicaciones móviles dirigidas específicamente a los productores agrícolas aún es limitada. En el contexto ecuatoriano, son escasas las herramientas digitales en idioma español que integren estas tecnologías con un enfoque interactivo y pedagógico orientado al manejo del cultivo de plátano.

A pesar del crecimiento de las tecnologías aplicadas al sector agrícola, gran parte de las soluciones desarrolladas se orientan al monitoreo de variables, la automatización de procesos o el análisis de datos. En menor medida se han diseñado aplicaciones enfocadas en facilitar la comprensión de información técnica por parte del agricultor mediante interfaces accesibles, intuitivas y adaptadas a las condiciones propias del contexto rural. Esta situación reduce las oportunidades de aprovechar tecnologías como la inteligencia artificial y la realidad aumentada para comprender mejor la información técnica y tomar decisiones más acertadas durante el manejo del cultivo.

Por esta razón, resulta conveniente desarrollar herramientas tecnológicas adaptadas al entorno agrícola que permitan presentar la información de forma más clara y contribuyan al aprendizaje de los productores en el manejo del cultivo de plátano. En respuesta a esta necesidad, el presente proyecto propone el diseño de una aplicación móvil basada en una arquitectura semiótico-interactiva, orientada a presentar información técnica de forma clara y comprensible mediante la integración de realidad aumentada, inteligencia artificial y recursos visuales interactivos, con el propósito de apoyar la toma de decisiones de los agricultores del cantón El Carmen.

1.5. Diagrama causa – efecto

Ilustración 1: Diagrama de Causa y Efecto



1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Diseñar y desarrollar una interfaz de usuario basada en una arquitectura semiótico-interactiva que integre realidad aumentada para presentar de forma clara y comprensible información sobre plagas, hongos y estado fitosanitario del cultivo de plátano, orientada al contexto agrícola del cantón El Carmen, provincia de Manabí.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Realizar una revisión bibliográfica sobre interfaces móviles, realidad aumentada, arquitectura semiótico-interactiva y comprensión de información técnica en aplicaciones agrícolas, con el fin de fundamentar teóricamente el desarrollo del módulo.
2. Identificar, mediante un estudio de campo, las principales limitaciones y necesidades de los usuarios al interpretar información técnica relacionada con el manejo del cultivo de plátano en el cantón El Carmen.
3. Diseñar una interfaz sencilla que organice la información mediante íconos, botones, colores y textos fáciles de reconocer por el usuario.
4. Desarrollar un prototipo con realidad aumentada que permita analizar un cultivo, reconocer posibles problemas y conocer su estado de una manera más sencilla.
5. Evaluar la facilidad de navegación y la comprensión de la información presentada por la interfaz mediante una prueba práctica, con el fin de identificar su comportamiento y el nivel de comprensión de los participantes durante el uso de la aplicación.

1.7. Justificación

El cultivo de plátano es una de las principales actividades económicas del cantón El Carmen porque genera trabajo y representa una fuente de ingresos para muchas familias de las zonas rurales, por eso los agricultores necesitan cuidar adecuadamente sus plantas y tomar decisiones a tiempo para obtener una buena producción, sin embargo muchas veces se les dificulta acceder a información que puedan entender con facilidad y esto puede afectar las decisiones que toman durante el cuidado de sus plantaciones.

Ante esta situación, se planteó el diseño de una aplicación móvil basada en una arquitectura semiótico-interactiva que incorporó realidad aumentada y recursos visuales para

que los agricultores pudieran entender con mayor facilidad el estado de sus plantas y la información relacionada con su manejo, haciendo que durante las revisiones en el campo les resultara más sencillo identificar los problemas que podían presentarse en el cultivo.

En el aspecto social, la propuesta buscó ofrecer a los agricultores una aplicación que les ayudara a entender mejor la información sobre el estado de sus cultivos, para que pudieran realizar su trabajo con mayor seguridad y confianza, al mismo tiempo que promoviera el uso de herramientas tecnológicas como apoyo en las labores que realizan cada día en el campo.

Desde un punto de vista tecnológico, la investigación impulsa el uso de tecnologías como la realidad aumentada dentro del sector agrícola al demostrar que este tipo de herramientas también puede utilizarse para presentar información técnica de una forma más visual e interactiva, facilitando su comprensión por parte de los agricultores, además, la aplicación puede convertirse en una base para desarrollar futuras soluciones dirigidas a otros cultivos o implementarse en diferentes contextos relacionados con la producción agrícola.

En el ámbito académico, este trabajo también representó un aporte para la ingeniería de software, ya que permitió integrar conocimientos sobre el diseño de interfaces, la interacción entre el usuario y la aplicación, así como el uso de la realidad aumentada en una herramienta pensada para el sector agrícola, la cual puede servir de apoyo para futuras investigaciones y también como guía para otros trabajos que busquen desarrollar aplicaciones para resolver problemas o atender las necesidades de los agricultores.

1.8. Impactos esperados

El desarrollo de esta aplicación móvil basada en una arquitectura semiótico-interactiva para el cultivo de plátano en el cantón El Carmen permitirá generar beneficios en los ámbitos tecnológico, social y ambiental, porque dará a los agricultores una forma más fácil de conocer lo que ocurre en sus cultivos y entender la información que necesitan para realizar su trabajo. También se espera que cada vez más personas utilicen este tipo de herramientas en las actividades agrícolas, que la información sea más fácil de comprender y que este proyecto sirva como punto de partida para crear nuevas aplicaciones que ayuden a resolver otros problemas que existen en el sector agrícola.

1.8.1. Impacto tecnológico.

La implementación de esta aplicación representa un avance relevante en la digitalización del sector agrícola, al incorporar una herramienta innovadora que integra la semiótica, la interacción humano-computadora y tecnologías emergentes. Su uso permitirá acercar a los agricultores a la aplicación práctica de la inteligencia artificial y la realidad aumentada, fortaleciendo la adopción de enfoques de agricultura inteligente en el contexto local. De igual manera, podrá servir como un modelo de desarrollo tecnológico replicable en otros cultivos y zonas rurales del país.

1.8.2. Impacto social

El proyecto generará un impacto positivo en la comunidad agrícola del cantón El Carmen, al facilitar el acceso a información técnica presentada de manera clara y comprensible. Esto contribuirá al fortalecimiento de las capacidades de los productores, mejorando su autonomía y la toma de decisiones frente a problemáticas fitosanitarias y de manejo del cultivo. Asimismo, la aplicación promoverá la inclusión digital en zonas rurales, al reducir la brecha tecnológica y favorecer una relación más equitativa entre los actores del sector agrícola. A largo plazo, se prevé que este tipo de herramientas contribuya a la mejora de la calidad de vida de las familias dedicadas al cultivo del plátano.

1.8.3. Impacto ecológico

Desde el enfoque ambiental, la aplicación puede aportar de manera indirecta al cuidado del entorno agrícola, ya que facilita la visualización e interpretación de información relacionada con el estado fitosanitario del cultivo de plátano. Su propósito no es reemplazar el criterio de un técnico agrícola ni indicar dosis específicas de productos, sino presentar la información de forma más clara para que el agricultor pueda reconocer posibles alertas, revisar mejor sus plantas y buscar orientación cuando sea necesario. De esta manera, el módulo puede apoyar una toma de decisiones más ordenada y consciente durante el manejo del cultivo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes históricos

Las interfaces digitales han cambiado con el paso del tiempo para hacer más sencilla la forma en que las personas interactúan con la tecnología. González y Victoria (2021) explican que las primeras interfaces surgieron mucho antes de la informática moderna, a partir de diferentes soportes utilizados para organizar y comunicar información, como las tablillas de arcilla, los papiros y los manuscritos.

Con el paso del tiempo, la forma de presentar y organizar la información fue cambiando y muchos de esos avances comenzaron a utilizarse en las interfaces digitales, donde los textos dejaron de ser la única manera de comunicarse con el usuario y poco a poco se incorporaron imágenes, íconos y otros elementos visuales que hicieron más sencillo entender la información y utilizar los sistemas.

Como parte de esta evolución, la incorporación de interfaces gráficas representó un cambio significativo en la forma de interactuar con los sistemas digitales, González y Victoria (2021) señalan que el uso de íconos, menús, ventanas y otros recursos visuales favoreció una interacción más intuitiva y redujo la dependencia de comandos especializados. A partir de estos cambios, las interfaces dejaron de ser vistas solo como una herramienta para realizar tareas y comenzaron a entenderse como un espacio donde la forma de presentar la información también es importante, porque la manera en que se organizan los textos, los colores, los íconos y los demás elementos visuales puede hacer que el usuario entienda con mayor facilidad lo que observa y utilice el sistema sin complicaciones, lo que con el tiempo dio lugar a nuevas formas de diseñar las interfaces, entre ellas la arquitectura semiótico-interactiva.

De manera paralela, la interacción humano-computadora evolucionó desde un enfoque centrado en el funcionamiento de los sistemas hacia otro que incorporó las necesidades y capacidades de las personas durante el proceso de diseño, Cobarrubias et al. (2023) explican que esta evolución permitió comprender que la calidad de la interacción no dependía únicamente del desempeño tecnológico, sino también de la facilidad con la que los usuarios interpretaban la información y utilizaban las interfaces.

Con estos avances también aparecieron nuevas formas de diseñar las interfaces, buscando que fueran más fáciles de usar y que las personas pudieran entender mejor la información que mostraban, por lo que comenzó a tomar fuerza el Diseño Centrado en el Usuario, una forma de diseñar aplicaciones pensando desde el inicio en las necesidades, las expectativas y la manera en que las personas realmente las utilizan.

Con el paso del tiempo, el diseño de las interfaces ya no se centró únicamente en que la aplicación funcionara bien, sino también en que las personas pudieran usarla sin dificultades y entender con facilidad la información que aparecía en la pantalla. Gutiérrez et al. (2024) señalan que, hoy en día, la experiencia del usuario es uno de los aspectos más importantes al desarrollar una aplicación, porque permite saber si realmente es fácil de usar y si las personas pueden encontrar y comprender la información sin complicaciones. Esto muestra que las interfaces han cambiado mucho con los años y que ahora buscan presentar la información de una forma más clara, para que cualquier usuario pueda entenderla y utilizar la aplicación con mayor facilidad, incluso cuando se trata de información técnica.

2.2. Investigaciones relacionadas

Espinoza y León (2025) desarrollaron una investigación sobre una aplicación móvil para ayudar a los agricultores a llevar un mejor control de la información de sus fincas en el GAD de Puéllaro, con la finalidad de que pudieran conocer más fácilmente lo que ocurría en sus cultivos mediante mapas interactivos, notificaciones e información presentada de una forma clara y fácil de entender. La metodología empleada fue de tipo aplicada y experimental, contemplando fases de análisis de requerimientos, diseño de interfaz, desarrollo e implementación del sistema.

Los resultados evidenciaron que el uso de una aplicación móvil con una interfaz intuitiva facilita la comprensión de la información técnica por parte de los agricultores y optimiza la gestión productiva, reduciendo la dependencia de prácticas empíricas. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que una interfaz intuitiva y visualmente estructurada facilita la comprensión de información técnica por parte de los agricultores, aspecto que constituye uno de los fundamentos de la propuesta desarrollada en esta investigación.

En el país existen investigaciones como la de Simbaña (2022) que muestran el uso de aplicaciones móviles con realidad aumentada dentro del sector agrícola, en este caso se

desarrolló una aplicación para un vivero que realizaba varios de sus procesos de forma manual y necesitaba organizar mejor la información, por lo que se incluyeron funciones para registrar productos, clientes y ventas junto con realidad aumentada para mostrar los productos de una forma más clara y atractiva para los usuarios.

Los resultados mostraron que la aplicación ayudó a organizar mejor la información y facilitó el manejo de los procesos por parte de los usuarios. Estos hallazgos demuestran que el uso de recursos interactivos y tecnologías emergentes puede hacer que la información sea más fácil de entender, lo que aporta al enfoque semiótico-interactivo que se plantea en la presente investigación.

La realidad aumentada también ha sido utilizada en el ámbito educativo para apoyar la comprensión de contenidos. En esa línea, Moreno (2025) desarrolló una investigación aplicada en el contexto local ecuatoriano orientada al diseño de una desarrolló una aplicación móvil basada en esta tecnología para fortalecer el aprendizaje en el contexto ecuatoriano. Aunque el trabajo estuvo dirigido al área educativa, sus resultados son relevantes para esta investigación porque evidencian que el uso de recursos visuales e interactivos facilita la comprensión de información que suele resultar compleja.

Para comprobar cómo funcionaba la aplicación, el autor realizó una investigación con un diseño no experimental y recogió la opinión de las personas que la utilizaron, lo que permitió conocer los resultados obtenidos durante su uso; además, se observó que los recursos visuales y la realidad aumentada ayudaron a las personas a entender mejor la información, una experiencia que también puede aplicarse al contexto agrícola de la presente investigación.

El desarrollo de aplicaciones móviles también ha sido utilizado para fortalecer los procesos de comercialización agrícola. Flores y Riofrío (2021) desarrollaron el trabajo de titulación *Desarrollo de una app móvil en Android para la comercialización de productos agrícolas de las comunidades campesinas del Ecuador*, con el propósito de facilitar la comercialización directa de productos agrícolas mediante una aplicación móvil accesible para pequeños productores.

El estudio se realizó porque muchos productores todavía tenían dificultades para vender sus productos, ya que llevaban los registros de forma manual y, en muchos casos, dependían

de intermediarios para poder comercializarlos, situación que llevó al desarrollo de una aplicación con una interfaz sencilla para registrar los productos y organizar la información de una forma más clara. Durante la evaluación se observó que, cuando una aplicación responde a las necesidades de los agricultores y es fácil de utilizar, las personas muestran mayor interés en usar este tipo de herramientas para apoyar las actividades que realizan en el sector agrícola.

Estos estudios muestran que las aplicaciones móviles para la agricultura ya no se enfocan solamente en cumplir una función, sino también en ayudar a que los agricultores puedan usarlas sin dificultad y entender mejor la información que necesitan para trabajar en sus cultivos. Esa fue una de las razones por las que esta investigación se desarrolló con una arquitectura semiótico-interactiva, ya que permitió presentar la información de una forma más clara y fácil de entender para que los agricultores pudieran comprender mejor lo que ocurría en sus plantas mientras realizaban las labores de manejo del cultivo de plátano en el cantón El Carmen.

2.3. Definiciones conceptuales y categorías clave

2.3.1. Arquitectura semiótico-interactiva

De acuerdo con González y Victoria (2021), las interfaces digitales constituyen sistemas de signos que median la comunicación entre el usuario y el sistema, donde los elementos visuales, simbólicos e interactivos cumplen una función significativa durante la interacción. Desde este planteamiento, la arquitectura semiótico-interactiva puede comprenderse como una forma de organizar estos componentes dentro de una interfaz digital para facilitar la interpretación, comprensión y uso de la información. Este enfoque trasciende la disposición técnica de los elementos, al incorporar principios comunicacionales que orientan la interacción y favorecen la toma de decisiones del usuario.

Esta concepción se fortalece con el aporte de la semiótica aplicada al diseño de interfaces. Según Gamboa (2024) la interacción en plataformas digitales se construye mediante procesos de interpretación simbólica, en los que el usuario atribuye significado a los signos presentes en la interfaz de acuerdo con su experiencia, contexto y entorno cultural. Desde esta perspectiva, la arquitectura semiótico-interactiva integra principios de comunicación, diseño e

interacción para estructurar interfaces que faciliten la comprensión de contenidos técnicos de forma intuitiva, clara y contextualizada.

2.3.2. Arquitectura de la información

Codina y Morales (2021) definen la arquitectura de la información como el conjunto de principios y estrategias orientadas a organizar, estructurar y jerarquizar los contenidos dentro de entornos digitales, con el fin de facilitar su localización, comprensión y uso por parte del usuario. Desde esta perspectiva, la arquitectura de la información no consiste únicamente en organizar los contenidos dentro de una interfaz, también define la forma en que el usuario accede a la información y recorre cada una de sus secciones. Una buena organización facilita que las personas entiendan mejor cómo funciona el sistema y encuentren la información que necesitan sin mayores dificultades.

Alcaraz (2024) señala que una arquitectura de la información bien estructurada ayuda a organizar los contenidos de manera clara, lo que reduce el esfuerzo que debe hacer el usuario para encontrar, entender y utilizar la información. Además, explica que cuando la información está distribuida de forma ordenada, es más fácil identificar las opciones de navegación y comprender cómo está organizada la interfaz. En consecuencia, dentro de una arquitectura semiótico-interactiva, este componente desempeña un papel esencial al favorecer la presentación ordenada, accesible y comprensible de la información técnica.

2.3.2.1. Semiótica aplicada a interfaces digitales

Desde la perspectiva de Gamboa (2024) la semiótica proporciona un marco para comprender cómo los usuarios construyen significado a partir de los signos presentes en las plataformas digitales, donde elementos como íconos, colores, tipografías y estructuras de navegación actúan como mediadores entre el usuario y el sistema. Desde esta perspectiva, la semiótica aplicada a interfaces digitales permite comprender que los componentes visuales y textuales no cumplen únicamente una función estética o funcional, sino que forman parte de un sistema de signos que orienta la navegación, facilita la interpretación de la información y condiciona la interacción del usuario con el sistema.

Desde el planteamiento del mismo autor, la interpretación de una interfaz depende de la manera en que los usuarios atribuyen significado a los signos visuales según su experiencia,

contexto cultural y conocimientos previos, sostiene que la forma en que una persona interpreta una interfaz depende de la interacción que tiene con los elementos que aparecen en ella, ya que cada ícono, color o símbolo influye en la manera de comprender la información. Por ello, aplicar la semiótica en el diseño de interfaces ayuda a que los mensajes sean más claros y fáciles de entender, lo que resulta especialmente importante en una arquitectura semiótico-interactiva dirigida a usuarios que no tienen conocimientos técnicos.

2.3.2.2.Interacción humano-computadora

Ávila y Quito (2024) señalan que la interacción humano-computadora estudia la relación entre las personas y los sistemas digitales, especialmente la forma en que el usuario se comunica con una aplicación mientras la utiliza. Los autores explican que esta interacción no consiste únicamente en presionar botones o ejecutar acciones, ya que durante ese proceso la persona también debe comprender la información que aparece en la pantalla, interpretar las respuestas del sistema y adaptarse a su funcionamiento para utilizarlo correctamente. Por esta razón, consideran que aspectos como la eficiencia, la flexibilidad y la facilidad de uso son importantes para evaluar si una interfaz realmente ofrece una buena experiencia al usuario.

Por otra parte, Sarmiento et al. (2024) amplían esta idea al señalar que las personas no interpretan una interfaz de la misma manera. La forma en que entienden un ícono, un mensaje, un botón o cualquier otro elemento depende de la experiencia que tengan con la tecnología y del contexto en el que utilizan la aplicación. Esto significa que una interfaz debe diseñarse de acuerdo con las necesidades de las personas que la van a utilizar, para que la información sea fácil de entender y no genere confusión. Por eso al desarrollar un sistema no basta con que funcione correctamente, también es importante que la información se presente de una forma clara y que la aplicación resulte sencilla de usar, aspectos que forman parte del enfoque de una arquitectura semiótico-interactiva.

2.3.2.3.Diseño de interfaces centrado en el usuario

Conforme a lo expuesto por Lectong y Morales (2025), el diseño de interfaces centrado en el usuario incorpora de manera activa las necesidades, características y expectativas de las personas durante todas las etapas del proceso de diseño. Este enfoque prioriza la comprensión del contexto de uso y de las capacidades del usuario con el propósito de desarrollar interfaces

intuitivas, eficientes y accesibles, orientadas a facilitar la interacción y la comprensión de la información presentada.

Los mismos autores sostienen que este enfoque contribuye a mejorar la usabilidad y la experiencia de interacción mediante el desarrollo de interfaces coherentes, consistentes y adaptadas a los objetivos del usuario. Estas características son aún más importantes en las aplicaciones que muestran información técnica, ya que ayudan a presentar contenidos que, por su complejidad, podrían resultar difíciles de entender para el usuario. Cuando el diseño está centrado en las necesidades de las personas, la interfaz organiza de mejor manera los elementos visuales, las opciones de interacción y la estructura de la información, facilitando que el usuario comprenda lo que observa, aprenda a utilizar la aplicación y pueda tomar decisiones con mayor seguridad durante su uso.

2.3.2.4.Elementos visuales e interactivos en el diseño de interfaces digitales

Según Pérez (2023), los elementos visuales e interactivos son parte fundamental del diseño de las interfaces digitales, ya que influyen en la manera en que el usuario percibe la información, la entiende y utiliza el sistema. La autora explica que recursos como los botones, menús, tipografías, colores e íconos no sirven únicamente para mejorar la apariencia de la interfaz, sino que también ayudan a orientar la navegación, mostrar qué información es más importante y permitir que el usuario identifique con facilidad las funciones que tiene disponibles.

También señala que, cuando estos elementos se integran de forma adecuada, la interacción entre el usuario y el sistema resulta más sencilla y ordenada. Además, explica que una navegación clara, acompañada de respuestas visuales cuando el usuario realiza una acción y de un diseño consistente en todos los componentes gráficos, facilita la comprensión de la información y reduce el esfuerzo necesario para utilizar la aplicación. En una arquitectura semiótico-interactiva, estos recursos cumplen además la función de guiar al usuario mediante señales visuales que le ayudan a interpretar información técnica de una manera más clara y comprensible.

2.3.3. Comprensión de la información técnica del usuario

Barroso et al. (2021) plantean que la comprensión de la información técnica en los sistemas digitales está estrechamente vinculada con la forma en que los usuarios perciben, procesan e interpretan los contenidos presentados por la interfaz. Los autores explican que este proceso no depende únicamente del conocimiento previo del usuario, sino también de la manera en que la información es organizada, presentada y contextualizada dentro del sistema. Desde este enfoque, cuando la información está organizada de manera clara y la interfaz cuenta con elementos visuales fáciles de identificar y una navegación ordenada, al usuario le resulta más sencillo comprender las instrucciones, los datos y las diferentes funciones del sistema. Esto reduce las dudas durante el uso de la aplicación y facilita la interpretación de la información técnica que se presenta.

Por su parte, Gutiérrez et al. (2024) señalan que la comprensión de la información técnica puede evaluarse observando si los usuarios logran cumplir las tareas propuestas de forma correcta y en el menor tiempo posible mientras interactúan con un sistema digital. Los autores destacan que cuando los contenidos técnicos se presentan de manera clara y acorde con las capacidades del usuario, se fortalece la toma de decisiones y disminuye la posibilidad de errores durante la interacción. En consecuencia, la comprensión técnica constituye un componente esencial de la experiencia de usuario, especialmente en sistemas dirigidos a personas que no poseen formación técnica especializada.

2.3.3.1. Usabilidad

Desde la concepción desarrollada por Palacio et al. (2021), la usabilidad puede entenderse como la manera en que el sistema y el usuario se comunican a través de la interfaz, ya que esta permite presentar las funciones, los contenidos y los objetivos de forma clara y fácil de comprender. Bajo este enfoque, la usabilidad no se limita únicamente a que el sistema sea fácil de usar, sino que también busca que los usuarios comprendan qué acciones pueden realizar, cómo llevarlas a cabo y qué resultados obtendrán al ejecutarlas, aspecto que cobra mayor importancia cuando la interfaz presenta información técnica que debe ser interpretada correctamente.

En esta misma línea, los investigadores sostienen que la usabilidad mantiene una relación directa con la comprensión técnica del usuario, debido a que una comunicación

deficiente entre la interfaz y el usuario puede generar confusión, errores durante la interacción o incluso el abandono del sistema. Asimismo, los autores señalan que las interfaces diseñadas sin considerar las necesidades, características y forma de interacción de los usuarios dificultan la interpretación de la información, aun cuando esta sea técnicamente correcta. En consecuencia, la usabilidad se consolida como un componente esencial para garantizar que la información técnica presentada en los sistemas digitales pueda ser comprendida y utilizada de manera efectiva por los usuarios.

2.3.3.2.Experiencia del Usuario (UX)

Arjona (2022) concibe la experiencia de usuario (UX) como un marco conceptual que integra las percepciones, emociones y respuestas que surgen durante la interacción con un sistema digital. El autor explica que este concepto trasciende la funcionalidad del sistema, ya que también comprende la manera en que el usuario interpreta la información presentada, comprende las acciones disponibles y valora los resultados obtenidos durante la interacción. Bajo esta perspectiva, una buena experiencia de usuario permite que los sistemas comuniquen su propósito de forma clara y ayuden a comprender mejor los contenidos, especialmente cuando se trata de información técnica.

En su análisis, también menciona que una aplicación resulta más fácil de entender cuando su diseño toma en cuenta a las personas que la van a utilizar, por eso es necesario conocer qué necesitan, qué dificultades pueden encontrar y en qué lugar la usarán, de esta manera se puede presentar la información con mayor claridad y lograr que el usuario se sienta más seguro al utilizarla. Por esta razón una buena experiencia de usuario ayuda a que las personas puedan entender con mayor facilidad la información que muestra la aplicación y utilizarla de la mejor manera.

2.3.3.3.Aprendizaje del usuario a través de la interacción con interfaces digitales

Rodríguez y Fernández (2024) analizan el aprendizaje del usuario como un proceso que se desarrolla mediante la interacción continua con interfaces digitales. Sostienen que la adquisición de conocimientos y habilidades no depende exclusivamente de una instrucción formal, sino de la exploración, la experimentación y la respuesta que el sistema proporciona ante las acciones del usuario. A medida que las personas utilizan la aplicación, van conociendo

mejor su funcionamiento, por lo que cada vez les resulta más fácil entender la información que muestra y usarla sin dificultades.

Los autores explican que una interfaz no solo sirve para mostrar información, sino que también ayuda a las personas a aprender mientras utilizan la aplicación. Cuando los botones, los colores, los mensajes y la forma de pasar de una pantalla a otra son claros y mantienen el mismo estilo, el usuario entiende con mayor facilidad cómo funciona el sistema y la información que presenta haciendo que poco a poco le resulte más sencillo comprender la información técnica y utilizarla con mayor seguridad.

2.3.3.4. Interpretación visual de la información

Villegas et al. (2025) explican que la interpretación visual de la información está relacionada con la forma en que el usuario presta atención a los elementos de la interfaz y los percibe mientras utiliza un sistema digital. Los autores indican que, según dónde mire primero, cómo recorra la pantalla y cómo responda a los elementos gráficos, es posible comprender la manera en que interpreta la información. Desde esta perspectiva, la interpretación visual no consiste solo en observar los elementos de la interfaz, sino también en entender qué significan, reconocer cuáles son más importantes y relacionarlos para comprender la información que presenta el sistema.

Al ampliar este planteamiento, los investigadores en su análisis destacan que la interpretación de los recursos visuales influye directamente en la capacidad del usuario para identificar elementos relevantes, reconocer el estado del sistema y tomar decisiones durante la interacción. También señalan que, cuando la información se presenta de una forma clara y ordenada, las personas pueden entender con mayor facilidad los contenidos técnicos mientras utilizan la aplicación, demostrando así que la forma en que se muestran los elementos en la pantalla es importante, ya que ayuda al usuario a comprender mejor la información y hace que el uso de la interfaz resulte más sencillo.

2.4. Conclusiones del Marco Teórico

La revisión de los temas desarrollados en el marco teórico permitió comprender cómo ha cambiado el diseño de las interfaces digitales con el paso del tiempo. Al principio, el mayor interés estaba en que los sistemas funcionaran correctamente; sin embargo, con los años

también comenzó a darse importancia a la forma en que las personas interactúan con la aplicación y entienden la información que esta presenta, dejando claro que no basta con contar con una buena tecnología, sino que también es necesario mostrar la información de una forma clara y fácil de entender para quienes la utilizan.

Por ello la arquitectura semiótico-interactiva busca que las interfaces presenten la información de una forma clara y fácil de entender para las personas que las utilizan, tomando en cuenta aspectos como la forma de organizar la información, el uso de elementos visuales, la interacción entre el usuario y la aplicación, así como el diseño centrado en el usuario, haciendo que la navegación sea más sencilla y que la información resulte más fácil de comprender mientras se utiliza el sistema.

Por otra parte, la fundamentación teórica también permitió identificar que entender la información técnica no depende solo de los conocimientos previos del usuario, sino también de la manera en que los contenidos se organizan y se presentan dentro de la interfaz. Aspectos como la usabilidad, la experiencia de usuario, el aprendizaje durante la interacción y la interpretación visual ayudan a que la información sea más fácil de comprender y permiten que el usuario tome decisiones con mayor seguridad cuando trabaja con contenidos técnicos.

Todo esto permitió comprender que al desarrollar una aplicación para el sector agrícola, no basta con que funcione correctamente, sino que también debe presentar la información de una forma clara y fácil de entender para que los agricultores puedan utilizarla sin dificultad, razón por la cual la arquitectura semiótico-interactiva se convirtió en la base de esta investigación, al ofrecer una forma de organizar y presentar la información pensando en las necesidades de las personas que harán uso de la aplicación.

Todo esto llevó a plantear el desarrollo de una aplicación móvil basada en una arquitectura semiótico-interactiva para que la información sobre el cultivo de plátano se presentara de una forma más clara y fácil de entender, tomando en cuenta que una interfaz sencilla puede ayudar a los agricultores a comprender mejor lo que observan en la aplicación y a utilizar esa información como apoyo durante las actividades que realizan, haciendo que el uso de la herramienta resulte más cercano a sus necesidades y a la forma en que desarrollan su trabajo.

CAPÍTULO III

3. MARCO INVESTIGATIVO

3.1. Introducción

En este capítulo se explica cómo se llevó a cabo la investigación y cada una de las actividades que se realizaron para obtener la información necesaria para su desarrollo. A lo largo del capítulo también se describe la forma en que se seleccionaron los métodos, las técnicas y los instrumentos utilizados, así como la manera en que se recogieron y analizaron los datos, dado que toda esa información permitió conocer mejor el problema estudiado y sirvió como base para el diseño de la interfaz móvil basada en una arquitectura semiótico-interactiva para el cultivo de plátano.

La información que se obtuvo mediante los instrumentos aplicados permitió conocer con mayor claridad lo que los usuarios necesitaban y las dificultades que tenían al momento de comprender la información que presentan este tipo de aplicaciones en el ámbito agrícola, lo cual ayudó a construir la propuesta, lo que permitió definir cómo debía diseñarse la interfaz y qué aspectos era necesario tomar en cuenta para que la aplicación se adaptara mejor a las necesidades de las personas para quienes fue desarrollada.

3.2. Tipo y métodos de investigación

3.2.1. Investigación de Campo

Romero et al. (2022) señalan que la investigación de campo permite obtener información directamente del contexto donde se desarrolla el fenómeno de estudio, facilitando el conocimiento de la realidad a partir del contacto con los participantes involucrados. En el presente proyecto, este tipo de investigación permitió conocer aspectos relacionados con la comprensión de información técnica en aplicaciones móviles orientadas al contexto agrícola, proporcionando información relevante para fundamentar el diseño de la interfaz propuesta.

3.2.2. Investigación Descriptiva

Desde el enfoque propuesto por Lerma (2022), la investigación descriptiva tiene como propósito caracterizar un fenómeno tal como se presenta en la realidad, mediante la recopilación y organización de información que permita identificar sus principales

características sin intervenir sobre las variables estudiadas. En el presente proyecto, este tipo de investigación permitió describir las necesidades relacionadas con la comprensión de información técnica presentada mediante aplicaciones móviles orientadas al contexto agrícola, proporcionando información que sirvió de base para el diseño de la interfaz propuesta.

3.2.3. Investigación Bibliográfica

Tarrillo et al. (2024), la investigación bibliográfica consiste en revisar y analizar fuentes documentales, como libros, artículos científicos y otros trabajos académicos, con el propósito de reunir la información necesaria para sustentar teóricamente una investigación. Este tipo de estudio permitió conocer los aportes de investigaciones previas, identificar conceptos relacionados con el tema y comprender mejor el problema que se investigó.

3.2.4. Investigación de enfoque mixto

Ramírez y Lugo (2020) señalan que los métodos mixtos integran de manera intencional los enfoques cuantitativo y cualitativo con el propósito de comprender un fenómeno de estudio desde diferentes perspectivas. Los autores destacan que este enfoque no se limita a la combinación de ambos tipos de datos, sino que busca su integración durante el proceso investigativo para obtener una comprensión más amplia y fundamentada del problema. En el presente proyecto, el enfoque mixto permitió abordar el objeto de estudio de manera integral, aprovechando las fortalezas de ambos enfoques para sustentar el desarrollo de la propuesta tecnológica.

3.2.5. Inductivo-Deductivo

Conforme a lo planteado por Tarrillo et al. (2024), el método inductivo-deductivo integra dos procesos de razonamiento complementarios: la inducción, que permite formular generalizaciones a partir del análisis de casos particulares, y la deducción, que consiste en aplicar principios generales al estudio de situaciones específicas. En el presente proyecto, este método permitió analizar la información obtenida durante la investigación para identificar necesidades relacionadas con la comprensión de información técnica en aplicaciones móviles orientadas al contexto agrícola y contrastarlas con los fundamentos teóricos revisados, proporcionando criterios que sustentaron el desarrollo de la interfaz propuesta.

3.3. Fuentes de información

3.3.1. Encuesta

Medina et al. (2023) definen la encuesta como una técnica de recolección de datos que utiliza un conjunto de preguntas estructuradas para obtener información de un grupo de participantes sobre un tema de investigación determinado. En el presente proyecto, este instrumento permitió recopilar información relacionada con la comprensión de contenidos técnicos presentados mediante aplicaciones móviles en el contexto agrícola. Los resultados obtenidos facilitaron la identificación de aspectos relacionados con la interpretación de la información, la utilidad de los recursos visuales e interactivos y las necesidades de los usuarios, información que sirvió de base para el diseño de la interfaz propuesta.

3.3.2. Entrevista

Respecto a la entrevista, Medina et al. (2023) la definen como una técnica de investigación que permite obtener información mediante la comunicación directa entre el investigador y el participante, lo que facilita conocer sus opiniones, experiencias y conocimientos sobre el fenómeno de estudio. En el presente proyecto, este instrumento se empleó para conocer el criterio de un docente con experiencia en el área agropecuaria acerca de la comprensión de información técnica en aplicaciones móviles orientadas al contexto agrícola. La información obtenida permitió complementar el análisis de la investigación y aportar fundamentos que contribuyeron al diseño de la interfaz propuesta.

3.4. Estrategia de recolección de datos

3.4.1. Población

Tomando como base la definición de Salazar (2021), quien señala que la población corresponde al conjunto de individuos que poseen las características de interés para una investigación y sobre los cuales se desarrolla el estudio, la población de este proyecto estuvo conformada por 43 estudiantes de tercero y cuarto semestre de la carrera de Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen. Este grupo fue considerado debido a su formación en el ámbito agrícola y a su relación con el uso de tecnologías aplicadas al manejo de cultivos, características que permitieron obtener información pertinente para el desarrollo de la investigación.

3.4.2. Muestra

La muestra se define como "parte o subconjunto de la población, con la que se realiza el estudio y para seleccionarla se deben delimitar las características de la población" (Salazar, 2021, p. 6). En el presente estudio, la muestra estuvo conformada por 40 estudiantes de tercero y cuarto semestre de la carrera de Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, quienes participaron en la aplicación de la encuesta y aportaron información relacionada con la comprensión de contenidos técnicos presentados mediante aplicaciones móviles en el contexto agrícola

3.4.3. Muestreo

De acuerdo con Reales et al. (2022), el muestreo constituye el procedimiento mediante el cual se selecciona una parte de la población para obtener información relacionada con el fenómeno estudiado. En la presente investigación se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple, debido a que los integrantes de la población tuvieron la misma posibilidad de formar parte del estudio.

La población estuvo conformada por 44 estudiantes de tercero y cuarto semestre de la carrera de Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen. Para determinar el tamaño de la muestra se aplicó la fórmula para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %, obteniéndose una muestra de 40 estudiantes, equivalente al 90,91 % de la población total.

$$n = \frac{N(Z)^2(p)(q)}{e^2(N - 1) + (Z)^2(p)(q)}$$
$$n = \frac{44(1,96)^2(0,50)(0,50)}{(0,5)^2(44 - 1) + (1,96)^2(0,50)(0,50)}$$
$$n = \frac{42,2576}{0,1075 + 0,9604}$$
$$n = \frac{42,2576}{1,0679}$$
$$n = 39,57$$

$n = 40 \text{ estudiantes}$

Los estudiantes fueron seleccionados porque, por su formación en el área agropecuaria, podían aportar información útil para esta investigación y dar a conocer las dificultades que existen al momento de comprender la información que presentan las aplicaciones móviles. La encuesta se aplicó a los 40 estudiantes seleccionados, cuyas respuestas permitieron recopilar datos necesarios para responder a los objetivos de la investigación.

3.4.4. Sujetos de estudio

Soto (2025) señala que los sujetos de estudio seleccionados como informantes aportan conocimientos y experiencias que permiten comprender con mayor profundidad el fenómeno investigado, debido a su vinculación directa con el contexto de análisis. Desde esta perspectiva, su participación proporciona información especializada que complementa los datos obtenidos mediante otros instrumentos de investigación.

Para complementar la información obtenida en la encuesta, también se realizaron entrevistas semiestructuradas a dos docentes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, seleccionados por la experiencia que cada uno tiene en el área relacionada con esta investigación. El docente de Agropecuaria aportó sus conocimientos sobre el cultivo de plátano y la realidad del sector agrícola, mientras que el docente de Ingeniería compartió sus criterios sobre el diseño y desarrollo de aplicaciones, información que sirvió de apoyo para definir la interfaz propuesta.

3.4.5. Análisis de las herramientas de recolección de datos a utilizar

3.4.5.1. Encuesta

La encuesta está dirigida a los estudiantes de tercero y cuarto semestre de la carrera de Agropecuaria de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen. La encuesta estuvo conformada por preguntas cerradas de selección múltiple, preparadas para conocer la opinión de los participantes sobre la información que presentan las aplicaciones móviles, el uso de recursos visuales y la incorporación de tecnologías como la realidad aumentada en el ámbito agrícola, aplicándose el cuestionario mediante Google Forms los días 14 y 15 de abril de 2026, permitiendo reunir la información necesaria para analizar los resultados de la investigación.

3.4.5.2. Entrevista

Para la fase cualitativa del estudio se diseñaron dos entrevistas semiestructuradas dirigidas a docentes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, cada una orientada a un perfil profesional específico. La primera entrevista estuvo dirigida a un docente de la carrera de Agropecuaria con el propósito de conocer su opinión sobre las dificultades que existen para comprender la información técnica en el contexto agrícola, las necesidades de los productores y el aporte que pueden brindar las aplicaciones móviles en el manejo del cultivo de plátano. La segunda entrevista se realizó con un docente del área de Ingeniería, especializado en el diseño y desarrollo de aplicaciones, quien compartió sus conocimientos sobre la forma en que una interfaz puede facilitar la comprensión de la información, estos aspectos sirvieron de apoyo para el diseño de la interfaz propuesta.

Ambas entrevistas estuvieron conformadas por preguntas abiertas y se realizaron de manera presencial el 16 de abril de 2026, lo que permitió obtener información que complementó los resultados de la encuesta y ayudó a desarrollar la propuesta.

3.4.5.3. Estructura de los instrumentos de recolección de datos aplicados

Con el propósito de obtener la información necesaria para el desarrollo del estudio, se diseñaron tres instrumentos de recolección de datos acordes con el enfoque metodológico y los objetivos planteados. Estos comprenden una encuesta dirigida a estudiantes de tercero y cuarto semestre de la carrera de Agropecuaria, una entrevista semiestructurada orientada a un docente de la misma carrera y una segunda entrevista semiestructurada dirigida a un docente del área de Ingeniería especializado en el diseño y desarrollo de aplicaciones. La elaboración de cada instrumento respondió a las dimensiones e indicadores establecidos para las variables de investigación, permitiendo recopilar información pertinente desde perspectivas tanto cuantitativas como cualitativas.

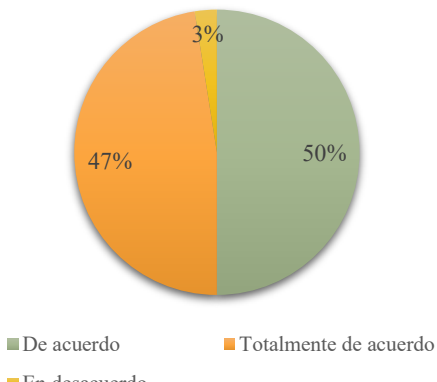
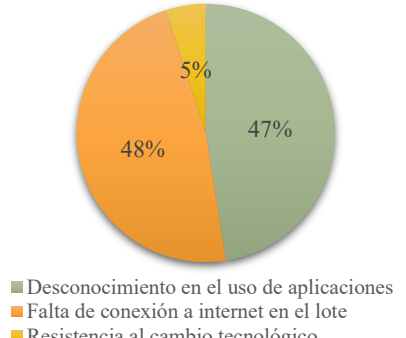
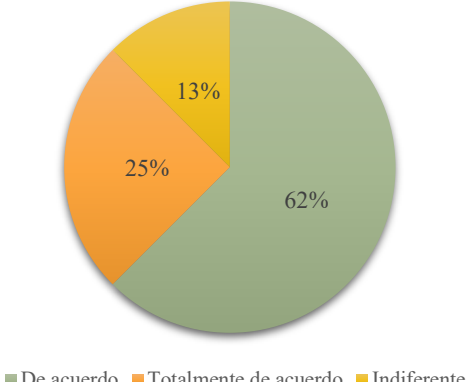
3.5. Análisis e interpretación de resultados

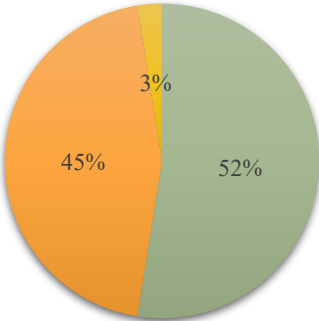
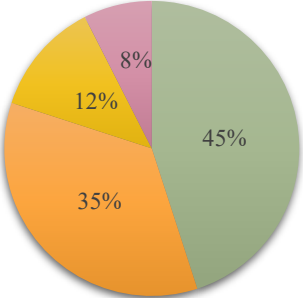
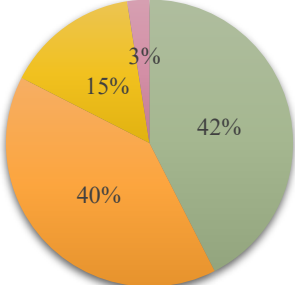
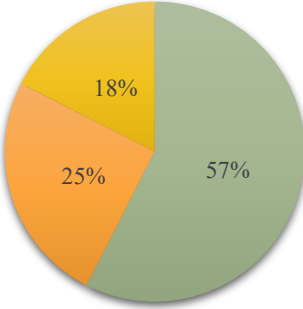
3.5.1. Resultados obtenidos en la investigación

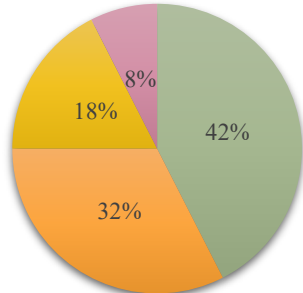
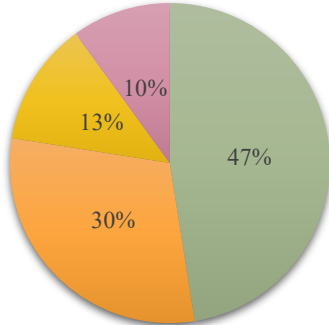
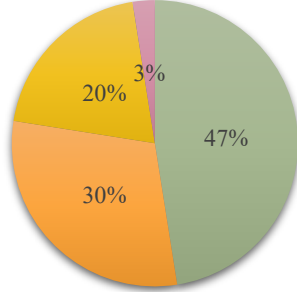
A continuación, se detallan los resultados obtenidos durante el proceso de investigación mediante la ejecución de los instrumentos de recolección de datos elaborados para este fin.

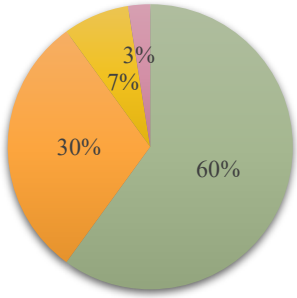
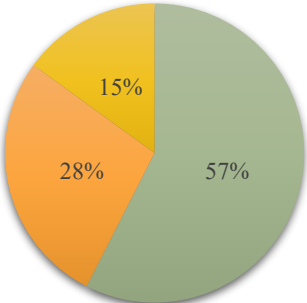
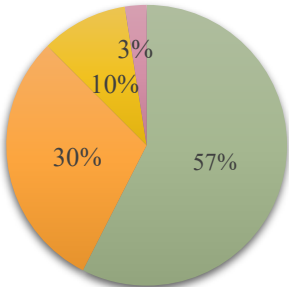
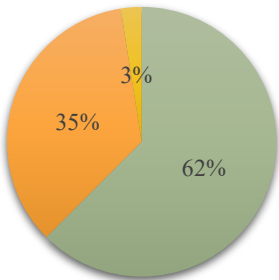
3.5.1.1. Análisis de la información recopilada mediante la encuesta aplicada a los estudiantes de tercero y cuarto nivel de la carrera de Agropecuaria

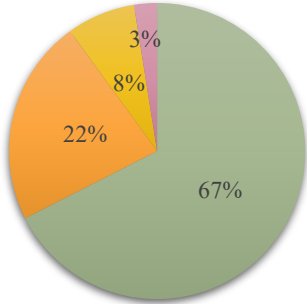
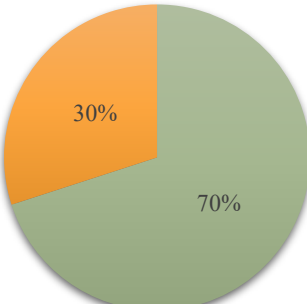
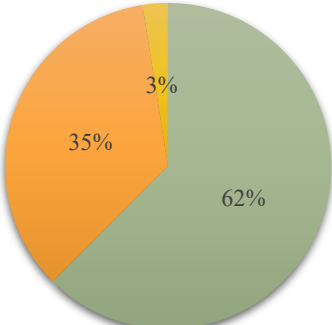
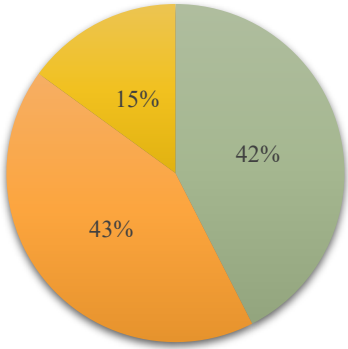
Tabla 1: Interpretación de Encuesta

INTERROGANTE	GRÁFICO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
1. ¿Cree que la implementación de tecnologías de agricultura de precisión mejoraría la toma de decisiones fitosanitarias en la Granja Experimental de la ULEAM?	 ■ De acuerdo ■ Totalmente de acuerdo ■ En desacuerdo	Se observa una percepción positiva sobre el uso de tecnologías de agricultura como apoyo para la toma de decisiones fitosanitarias.
2. ¿Cuál considera que es el principal obstáculo tecnológico para que los estudiantes o productores utilicen una app de este tipo en El Carmen?	 ■ Desconocimiento en el uso de aplicaciones ■ Falta de conexión a internet en el lote ■ Resistencia al cambio tecnológico	Las principales dificultades son la falta de internet y el poco conocimiento para usar este tipo de aplicaciones.
3. ¿Estaría de acuerdo en que un sistema tecnológico recomiende acciones específicas basadas en el análisis de una fotografía, en lugar de depender únicamente del criterio humano?	 ■ De acuerdo ■ Totalmente de acuerdo ■ Indiferente	Los sistemas tecnológicos pueden servir como apoyo para tomar decisiones durante el manejo del cultivo.

INTERROGANTE	GRÁFICO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
4. ¿Qué tan importante considera el uso de datos digitales (como registros o monitoreo) en el manejo de cultivos dentro de la granja?	 ■ Muy importante ■ Importante ■ Poco importante	Consideran que los datos digitales ayudan a llevar un mejor control y seguimiento de los cultivos.
5. ¿Qué beneficio le gustaría obtener principalmente de una aplicación agrícola en sus actividades prácticas?	 ■ Mejorar el rendimiento de la producción ■ Identificar enfermedades en cultivos ■ Aprender nuevas técnicas agrícolas ■ Ahorrar tiempo en el trabajo de campo	La aplicación es vista como una herramienta para mejorar la producción y facilitar la identificación de enfermedades.
6. ¿En qué momento cree que sería más útil utilizar una aplicación agrícola durante el trabajo en la granja?	 ■ Antes de iniciar las actividades (planificación) ■ Durante el monitoreo del cultivo ■ Al detectar problemas en las plantas ■ Después de la jornada (análisis de resultados)	La utilidad de la aplicación se concentra principalmente en las etapas de planificación y monitoreo del cultivo.
7. ¿Qué tan seguido necesitan tomar diferentes datos a la vez, como medir el tallo, tomar fotos o hacer apuntes, para saber cómo está la planta de plátano?	 ■ Frecuentemente ■ Siempre ■ A veces	La recopilación constante de información resalta la necesidad de herramientas que simplifiquen esta actividad.

INTERROGANTE	GRÁFICO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS										
8. Al momento de pasar toda esta información (fotos, medidas y notas) a los apuntes o cuadernos que ya lleva, ¿qué es lo que más le cuesta trabajo o le da problema?	 <table><tr><th>Dificultad</th><th>Porcentaje</th></tr><tr><td>Falta de herramientas tecnológicas adecuadas</td><td>42%</td></tr><tr><td>Dificultad para organizar la información</td><td>32%</td></tr><tr><td>Falta de conocimiento en el manejo de sistemas digitales</td><td>18%</td></tr><tr><td>No presenta dificultades</td><td>8%</td></tr></table>	Dificultad	Porcentaje	Falta de herramientas tecnológicas adecuadas	42%	Dificultad para organizar la información	32%	Falta de conocimiento en el manejo de sistemas digitales	18%	No presenta dificultades	8%	Las principales dificultades se relacionan con la falta de herramientas tecnológicas y la organización de la información.
Dificultad	Porcentaje											
Falta de herramientas tecnológicas adecuadas	42%											
Dificultad para organizar la información	32%											
Falta de conocimiento en el manejo de sistemas digitales	18%											
No presenta dificultades	8%											
9. Si tiene fotos por un lado y los apuntes por otro, ¿cuánto tiempo se demora en juntar todo para saber qué ha pasado con una planta o un lote?	 <table><tr><th>Tiempo</th><th>Porcentaje</th></tr><tr><td>15 a 30 minutos</td><td>47%</td></tr><tr><td>Más de 60 minutos</td><td>30%</td></tr><tr><td>30 a 60 minutos</td><td>13%</td></tr><tr><td>0 a 15 minutos</td><td>10%</td></tr></table>	Tiempo	Porcentaje	15 a 30 minutos	47%	Más de 60 minutos	30%	30 a 60 minutos	13%	0 a 15 minutos	10%	La dispersión de la información genera una inversión adicional de tiempo durante el seguimiento del cultivo.
Tiempo	Porcentaje											
15 a 30 minutos	47%											
Más de 60 minutos	30%											
30 a 60 minutos	13%											
0 a 15 minutos	10%											
10. Si tuviera una aplicación que junte las fotos y las medidas de cada planta de plátano y le dé el resumen listo, ¿en qué cree que le ayudaría más en su trabajo?	 <table><tr><th>Beneficio</th><th>Porcentaje</th></tr><tr><td>Ahorro de tiempo</td><td>47%</td></tr><tr><td>Mejor toma de decisiones</td><td>30%</td></tr><tr><td>Mayor organización de la información</td><td>20%</td></tr><tr><td>Mayor precisión en el análisis</td><td>3%</td></tr></table>	Beneficio	Porcentaje	Ahorro de tiempo	47%	Mejor toma de decisiones	30%	Mayor organización de la información	20%	Mayor precisión en el análisis	3%	Centralizar fotografías y registros en una sola aplicación permitiría optimizar el tiempo y facilitar las decisiones.
Beneficio	Porcentaje											
Ahorro de tiempo	47%											
Mejor toma de decisiones	30%											
Mayor organización de la información	20%											
Mayor precisión en el análisis	3%											

INTERROGANTE	GRÁFICO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
11. ¿La forma visual de mostrar la información ayudaría a mejorar su trabajo agrícola?	 ■ De acuerdo ■ Muy de acuerdo ■ Ni de acuerdo ni en desacuerdo ■ Muy en desacuerdo	La presentación visual de la información favorecería una mejor comprensión durante las actividades agrícolas.
12. ¿Ver los resultados de la detección en la pantalla ayudaría a mejorar el cuidado del cultivo?	 ■ De acuerdo ■ Muy de acuerdo ■ Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Visualizar los resultados de la detección facilitaría el monitoreo y el cuidado del cultivo.
13. ¿Una pantalla clara y fácil de entender ayudaría a conocer mejor el estado del cultivo?	 ■ De acuerdo ■ Muy de acuerdo ■ Ni de acuerdo ni en desacuerdo ■ En desacuerdo	Una interfaz clara contribuiría a comprender con mayor facilidad el estado del cultivo.
14. ¿El uso de colores ayudaría a identificar si el cultivo está en buen o mal estado?	 ■ De acuerdo ■ Muy de acuerdo ■ Ni de acuerdo ni en desacuerdo	El uso de colores ayudaría a identificar más rápido el estado de las plantas.

INTERROGANTE	GRÁFICO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
15. ¿Qué valor le da a que el sistema solicite información clave para brindar recomendaciones precisas de fertilización?	 ■ Alto ■ Muy alto ■ Bajo ■ Ninguno	La mayoría cree que, mientras más información tenga el sistema, mejores serán las recomendaciones de fertilización.
16. ¿Cree que recibir recomendaciones precisas de este sistema ayudaría a reducir el uso excesivo de agroquímicos y mejorar la eficiencia de la granja?	 ■ De acuerdo ■ Totalmente de acuerdo	Las recomendaciones del sistema son percibidas como una alternativa para optimizar el uso de agroquímicos y mejorar la eficiencia del cultivo.
17. ¿Qué tan útil le parece interactuar por voz con el sistema para obtener respuestas rápidas, en lugar de usar menús complejos?	 ■ Útil ■ Muy útil ■ Poco útil	La interacción mediante comandos de voz es valorada como una opción práctica para acceder a la información.
18. ¿En qué medida le facilitaría el trabajo poder resolver dudas mediante comandos de voz sin necesidad de manipular el teléfono?	 ■ Mucho ■ Bastante ■ Poco	Los comandos de voz facilitarían la consulta de información durante las labores de campo, reduciendo la manipulación del dispositivo.

3.5.1.2.Descripción e interpretación de la información obtenida en las entrevistas realizadas a los docentes.

Tabla 2: Interpretación de entrevista a docente de Agropecuaria

INTERROGANTE	RESPUESTA	INTERPRETACIÓN
1. Desde su experiencia profesional, ¿cuáles son las principales dificultades que presentan los agricultores al momento de comprender información técnica relacionada con el manejo y cuidado de los cultivos de plátano?	<i>"Bueno, yo diría que una de las mayores dificultades es el lenguaje con el que muchas veces se presenta la información. Hay términos técnicos que para nosotros son normales, pero para el agricultor no siempre son fáciles de entender."</i>	La comprensión de información técnica sigue siendo una limitación, lo que resalta la necesidad de presentar los contenidos de forma más clara y accesible.
2. ¿Qué problemas considera que generan estas dificultades de comprensión en la identificación de plagas, enfermedades o necesidades nutricionales del cultivo?	<i>"Eso puede traer varios problemas. Por ejemplo, si un agricultor confunde una enfermedad con otra, es muy probable que aplique un producto que no corresponde o que lo haga demasiado tarde."</i>	Las dificultades de comprensión afectan directamente el manejo del cultivo y la toma de decisiones oportunas.
3. ¿Cómo valora el uso de aplicaciones móviles como herramienta de apoyo para fortalecer el acceso y comprensión de información técnica por parte de los productores agrícolas?	<i>"Yo lo veo como una buena opción. Hoy en día muchos agricultores ya utilizan el celular para comunicarse o buscar información, así que una aplicación puede servir bastante si está bien diseñada."</i>	Una aplicación con una interfaz intuitiva puede facilitar el acceso a información técnica sin reemplazar el acompañamiento profesional.

INTERROGANTE	RESPUESTA	INTERPRETACIÓN
4. ¿Qué tipo de información considera indispensable que una aplicación móvil proporcione a los agricultores para facilitar la toma de decisiones en el manejo de los cultivos de plátano?	<i>"Pienso que lo principal es que ayude a reconocer las plagas y enfermedades más comunes del cultivo, mostrando cómo se ven y qué se recomienda hacer en cada caso."</i>	La información práctica y organizada favorece una mejor comprensión y apoya la toma de decisiones en el campo.

5. ¿De qué manera considera que elementos visuales e interactivos, como imágenes, íconos, colores o realidad aumentada, podrían contribuir a mejorar la comprensión técnica de los agricultores durante sus actividades productivas?	<i>"Yo creo que ayudarían bastante, porque muchas personas aprenden más viendo que leyendo. Si un agricultor observa una imagen parecida a lo que tiene en su cultivo, le resulta más fácil entender qué está pasando."</i>	Los elementos visuales fortalecen el aprendizaje y permiten interpretar con mayor facilidad la información técnica durante las actividades agrícolas.
--	---	---

Tabla 3: Interpretación de entrevista a docente de Software

INTERROGANTE	RESPUESTA	INTERPRETACIÓN
1. Desde su experiencia, ¿cuáles son las principales dificultades que deben considerarse al diseñar una aplicación móvil dirigida a usuarios con poca experiencia en el uso de herramientas tecnológicas?	<i>"Yo creo que la principal dificultad es que muchas personas no están acostumbradas a usar este tipo de aplicaciones. A veces les cuesta saber dónde tocar o cómo regresar si se equivocan."</i>	La aplicación debe ser sencilla para que cualquier persona pueda usarla aunque no tenga mucha experiencia con la tecnología.

INTERROGANTE	RESPUESTA	INTERPRETACIÓN
2. ¿Qué criterios considera indispensables para que una interfaz presente información técnica de forma clara, intuitiva y fácil de comprender?	<i>"En mi experiencia, menos es más. Si llenamos una pantalla con mucha información, lo único que logramos es que el usuario se pierda."</i>	Mostrar solo lo necesario hace que la información sea más fácil de entender y evita que el usuario se confunda al usar la aplicación.
3. ¿Cómo considera que la incorporación de recursos visuales y tecnologías como la realidad aumentada puede mejorar la interacción y la comprensión de la información dentro de una aplicación móvil?	<i>"Yo pienso que las personas aprenden mucho más cuando pueden ver las cosas que cuando solo leen un texto. Por ejemplo, si la aplicación muestra una plaga en una imagen, es mucho más fácil reconocerla."</i>	Los recursos visuales y la realidad aumentada fortalecen la comprensión al presentar la información de una manera más práctica e interactiva.
4. Desde su experiencia, ¿qué aspectos deberían evaluarse para determinar si una interfaz realmente facilita la comprensión del usuario durante su interacción con la aplicación?	<i>"Yo siempre digo que la mejor forma de saber si una aplicación funciona es verla en manos del usuario. Ahí uno se da cuenta enseguida si encuentra las opciones rápido o si empieza a tocar todos los botones porque no sabe qué hacer."</i>	La opinión de los usuarios permite conocer si pueden usar la aplicación sin problemas y entender fácilmente la información que muestra.

INTERROGANTE	RESPUESTA	INTERPRETACIÓN
5. ¿Qué recomendaciones realizaría para el diseño de una aplicación móvil orientada a apoyar a los agricultores en la interpretación de información relacionada con el estado de sus cultivos?	<i>"Lo primero sería pensar en el agricultor desde el inicio y no en la tecnología. La aplicación debe ser práctica y fácil de entender, porque ellos lo que buscan es resolver una duda rápidamente."</i>	El diseño debe centrarse en las necesidades del agricultor, ofreciendo una aplicación práctica, clara y de fácil comprensión.

3.6. Análisis final de la información recopilada

Los resultados obtenidos evidencian que la forma en que se presenta la información influye directamente en su comprensión por parte de los usuarios. Los participantes consideran que una interfaz ordenada, con elementos visuales claros y una estructura sencilla, ayuda a comprender mejor la información técnica relacionada con el cultivo de plátano, idea que también fue compartida por el docente de Ingeniería, quien indicó que una interfaz intuitiva debe ser clara, organizada y fácil de usar para brindar una mejor experiencia al usuario.

Otro hallazgo relevante fue la importancia que los participantes dieron a los recursos visuales para comprender la información técnica, ya que los estudiantes estuvieron de acuerdo con el uso de imágenes, colores e indicadores gráficos para identificar el estado del cultivo y entender los resultados que muestra la aplicación, mientras que el docente de Agropecuaria indicó que estos recursos ayudan a comprender mejor la información, sobre todo cuando el usuario no está familiarizado con los términos técnicos.

Los datos recopilados también muestran que los participantes ven con buenos ojos el uso de tecnologías que hagan más fácil el acceso a la información. La mayoría de los participantes considera que la realidad aumentada puede contribuir a visualizar de manera más clara el estado del cultivo y facilitar el aprendizaje durante las actividades de campo. Este criterio es respaldado por ambos docentes entrevistados, quienes coinciden en que las tecnologías interactivas fortalecen la comprensión de contenidos y mejoran la comunicación entre el sistema y el usuario.

Los resultados obtenidos mostraron que los usuarios necesitan una aplicación donde la información sea fácil de entender desde el primer momento y, al mismo tiempo, permitieron comprobar que los elementos visuales, los recursos interactivos y la realidad aumentada ayudan a presentarla de una forma más clara, razón por la que la interfaz se diseñó siguiendo una arquitectura semiótico-interactiva para que los agricultores pudieran comprender con mayor facilidad la información que les presenta la aplicación.

CAPÍTULO IV

4. MARCO PROPOSITIVO

4.1. Introducción

El presente capítulo desarrolla la propuesta tecnológica planteada como respuesta a la problemática identificada durante la investigación. La solución consiste en el diseño y desarrollo de una aplicación móvil basada en una arquitectura semiótico-interactiva, orientada a facilitar la comprensión de información técnica relacionada con el estado fitosanitario del cultivo de plátano mediante el uso de recursos visuales, realidad aumentada y una interfaz centrada en las necesidades del agricultor.

Para desarrollar la aplicación fue necesario seguir varias etapas que permitieron organizar el trabajo y avanzar poco a poco hasta obtener la interfaz propuesta. Durante este proceso se definieron las funciones que tendría la aplicación, se diseñó la interfaz, se planificó el trabajo mediante la metodología Scrum y se desarrollaron cada una de las funciones previstas, mostrando cómo la propuesta fue tomando forma hasta responder a los objetivos de la investigación y a las necesidades del contexto agrícola del cantón El Carmen.

4.2. Descripción de la propuesta tecnológica

El módulo desarrollado se creó para ayudar a los agricultores a comprender con mayor facilidad la información relacionada con el cultivo de plátano mediante una arquitectura semiótico-interactiva. Para lograrlo, reúne elementos visuales, recursos interactivos y realidad aumentada que permiten mostrar la información de una forma más clara y fácil de entender, buscando que el usuario pueda reconocer lo que ocurre en el cultivo sin tener que enfrentarse a contenidos difíciles de interpretar y haciendo que el uso de la aplicación resulte más sencillo desde el primer momento.

La aplicación reúne en un solo lugar la información que el agricultor necesita para revisar sus plantas, ya que puede usar la cámara para realizar una revisión y ver los resultados con ayuda de la realidad aumentada, además puede guardar esa información para consultarla después en el historial o generar un reporte cuando lo necesite.

La aplicación cuenta con una interfaz sencilla, compuesta por botones, colores, íconos e imágenes que permiten al usuario encontrar la información con facilidad y comprender mejor el contenido presentado. Además, se integra con los módulos de inteligencia artificial y el chatbot, proporcionando información clara y facilitando la respuesta a las consultas del usuario.

Con esta propuesta se buscó que los agricultores pudieran acceder de forma más fácil a información sobre el cultivo de plátano mediante una aplicación pensada para sus necesidades, ayudándolos a comprender mejor esta información y a utilizarla como apoyo en el manejo de sus cultivos.

4.3. Recursos requeridos

Para el desarrollo de la propuesta tecnológica fue necesaria la utilización de diversos recursos humanos, tecnológicos y económicos que permitieron la planificación, diseño y desarrollo de la aplicación móvil orientada al fortalecimiento de la comprensión técnica del usuario en los cultivos de plátano.

4.3.1. Recursos humanos

Los recursos humanos corresponden a las personas que participaron en el desarrollo del proyecto, aportando conocimientos técnicos, académicos y de apoyo durante las diferentes etapas de la investigación y construcción de la aplicación móvil.

Tabla 4: Recursos humanos

Recursos humanos	Función
Desarrollador: Royers Alcívar Melendres	Diseñar, desarrollar e integrar la aplicación móvil.
Tutor académico	Guiar el desarrollo de la interfaz y brindar recomendaciones durante el proyecto.
Docente de la carrera de Agropecuaria	Brindar recomendaciones sobre la información que necesitan los agricultores y la forma en que una aplicación móvil puede ayudar durante el manejo del cultivo de plátano.

Recursos humanos	Función
Docente de Ingeniería en Software	Proporcionar recomendaciones sobre el diseño de la interfaz, la experiencia de usuario y la incorporación de tecnologías en la aplicación.
Estudiantes de la carrera de Agropecuaria.	Participar en la aplicación de la encuesta y aportar información para el análisis de la propuesta.

4.3.2. Recursos tecnológicos

Los recursos tecnológicos corresponden a los equipos, programas y herramientas digitales utilizadas para el desarrollo, diseño y funcionamiento de la aplicación móvil.

Tabla 5: Recursos tecnológicos

Recursos tecnológicos	Descripción
Computadora portátil	Equipo utilizado para desarrollar y probar la aplicación.
Dispositivo móvil Android	Dispositivo utilizado para probar la aplicación y comprobar su funcionamiento.
Visual Studio Code	Programa utilizado para escribir y organizar el código de la aplicación.
Flutter SDK	Herramienta utilizada para crear las pantallas y funciones de la aplicación.
Lenguaje Dart	Lenguaje utilizado para programar la aplicación.
TensorFlow Lite	Integración de los modelos de inteligencia artificial para reconocer el estado del cultivo.
Plataforma de realidad aumentada	Herramienta utilizada para incorporar la realidad aumentada en la aplicación.
GitHub	Plataforma utilizada para guardar y controlar las versiones del proyecto.
Conexión a internet	Acceso a las herramientas y recursos necesarios para desarrollar la aplicación.

4.3.3. Recursos económicos

Los recursos económicos corresponden a los gastos básicos necesarios para el desarrollo de la investigación y la ejecución de actividades.

Tabla 6: Recursos económicos

Recursos económicos	Valor aproximado
Servicio de internet	\$15
Transporte para actividades de investigación	\$10
Consumo de energía eléctrica	\$5
Materiales de oficina (impresiones y papelería)	\$5
Laptop (desarrollo de la aplicación)	\$550
Teléfono celular (pruebas de la aplicación)	\$200
Total aproximado	\$785

4.4. Fases de desarrollo del software

Para el desarrollo de la aplicación móvil propuesta se empleó la metodología ágil Scrum. Hernández y Beltrán (2022) explican que Scrum es un proceso de trabajo colaborativo entre las áreas involucradas en el desarrollo de nuevos productos, orientado a mejorar la comunicación, la integración del equipo y la agilidad en la construcción del software. El desarrollo de este proyecto se organizó en fases alineadas con Scrum, considerando que el proyecto integrador completo se compone de seis módulos. Por esta razón, el trabajo se enfocó en desarrollar una interfaz estable, fácil de entender y lista para conectarse con los demás módulos cuando estuvieran terminados, lo que permitió avanzar en el diseño de la aplicación y comprobar que el recorrido del usuario funcionara correctamente antes de integrar la inteligencia artificial, la base de datos y los demás servicios del sistema.

El desarrollo de la aplicación avanzó por varias etapas que permitieron organizar el trabajo desde la planificación hasta la versión final. Durante este proceso se definieron las funciones que tendría la aplicación y se dio forma a la interfaz, mientras el desarrollo avanzaba se incorporaron las diferentes funciones, se realizaron las pruebas necesarias y se hicieron los ajustes que permitieron obtener una aplicación pensada para que el agricultor pudiera observar el estado de sus plantas, comprender la información que recibe, guardar el historial de las revisiones y contar con un reporte de cada evaluación realizada.

4.4.1. Descripción del producto

El producto desarrollado corresponde al módulo de interfaz AR de detección para la aplicación AgroAR Plátano. Este componente permite que el agricultor realice una revisión visual de la planta mediante la cámara del dispositivo, observe guías aumentadas sobre la imagen real, consulte resultados técnicos resumidos, conserve un historial de escaneos y genere un expediente PDF como respaldo de la revisión. Su propósito no es desarrollar la inteligencia artificial ni controlar el funcionamiento de todo el sistema, sino mostrar la información técnica de una manera fácil de entender para el usuario.

4.4.1.1. Propósito del producto

El propósito del módulo es ayudar al agricultor a entender con mayor facilidad la información sobre el estado de las plantas de plátano. Para lograrlo, la aplicación guía al usuario durante todo el proceso, desde que realiza el escaneo con la cámara hasta que consulta el resultado, revisa el historial o genera el reporte en PDF, de manera que toda la información se presenta de forma ordenada y fácil de seguir, evitando pantallas con demasiada información o el uso de términos técnicos difíciles de comprender.

4.4.1.2. Funcionalidades clave

- Capturar una fotografía de la hoja o el tallo con la cámara del celular.
- Mostrar una guía visual con realidad aumentada mientras el usuario revisa la planta.
- Mostrar los resultados de forma clara y fácil de entender para el agricultor.
- Guardar cada revisión realizada para que el usuario pueda consultarla cuando lo necesite.
- Permitir al usuario ver la información de una revisión guardada.
- Generar un archivo PDF con la fotografía, los resultados obtenidos y la recomendación.
- Permitir que el usuario realice una nueva revisión sin tener que cerrar la aplicación.
- Dejar la aplicación lista para conectarse con los demás módulos del proyecto integrador.

4.4.1.3. Usuario objetivo

La aplicación está dirigida principalmente a los agricultores que cultivan plátano y necesitan una herramienta sencilla para revisar el estado de sus plantas en el campo. También puede ser utilizado por técnicos agrícolas o estudiantes como apoyo para revisar, explicar o

documentar el estado de una planta, siempre considerando que el diseño visual prioriza al usuario agrícola antes que al usuario técnico.

4.4.1.4. Condiciones de éxito del producto

- El agricultor puede iniciar una revisión sin recibir instrucciones extensas.
- La cámara se activa correctamente y permite observar la planta en tiempo real.
- Los elementos AR orientan la mirada del usuario sin cubrir la información principal.
- El resultado técnico se interpreta con facilidad y se relaciona con la planta revisada.
- El historial permite consultar revisiones anteriores.
- El expediente PDF funciona como evidencia de la revisión realizada.

4.4.2. Aplicación de Scrum en el desarrollo de la interfaz

Scrum fue aplicado como marco de trabajo incremental para organizar el desarrollo del módulo. La elección se justificó porque la interfaz requería validaciones constantes, especialmente en aspectos visuales y de usabilidad. Durante el desarrollo se hicieron varios cambios para que la aplicación fuera más fácil de usar, entre ellos reorganizar los botones, eliminar elementos innecesarios, agregar el historial, mejorar el proceso de escaneo y dejar lista la conexión con los demás módulos, consiguiendo que la interfaz se adaptara mejor a las necesidades de los agricultores.

Tabla 7: Aplicación de Scrum en el módulo de interfaz AR

Elemento Scrum	Aplicación en el módulo
Producto	Módulo de interfaz con realidad aumentada para la revisión de plantas de plátano.
Product Backlog	Lista de las funciones que debía tener la aplicación y que se desarrollaron durante el proyecto.
Sprint	Período de trabajo en el que se desarrolló y revisó cada función de la aplicación.
Incremento	Versión funcional de la aplicación al finalizar cada sprint.
Revisión	Validación de avances mediante ejecución en dispositivo Android y revisión visual de pantallas.
Retrospectiva	Análisis de problemas detectados, como sobrecarga de información, errores de navegación o fallas en permisos.

4.4.3. Roles y responsabilidades

Aunque el desarrollo se realizó dentro de un proyecto integrador grupal, fue necesario delimitar responsabilidades para evitar confusión entre los módulos. El componente aquí documentado corresponde a la interfaz de detección y visualización técnica, mientras que los módulos de entrenamiento de IA, recomendaciones conversacionales y administración pertenecen a otros integrantes. Esta separación permite que la memoria escrita refleje con claridad el aporte individual y la relación con el sistema general.

Tabla 8: Roles y responsabilidades del desarrollo

Rol	Responsabilidad	Relación con el módulo
Product Owner académico	Priorizar necesidades generales del proyecto y validar coherencia con los objetivos.	Representado por la orientación del tutor y requerimientos académicos.
Scrum Master	Facilitar organización, seguimiento y resolución de bloqueos.	Coordinó el trabajo y dio seguimiento al desarrollo de cada entrega.
Desarrollador del módulo AR	Desarrollar la interfaz, proceso de escaneo, historial, PDF y visualización con realidad aumentada.	Responsable del desarrollo del módulo de interfaz con realidad aumentada.
Desarrolladores de IA	Entrenar o preparar modelos para plagas, hongos y salud vegetal.	Desarrollaron los modelos de inteligencia artificial utilizados por la aplicación.
Desarrolladores de módulos complementarios	Desarrollar componentes externos como recomendaciones, administración o análisis especializado.	La interfaz deja puntos de conexión sin asumir el desarrollo de esos componentes.
Responsable de base de datos/administración	Gestionar almacenamiento general y distribución de la aplicación.	El módulo mantiene datos locales y queda listo para conexión posterior.
Usuario agricultor	Utilizar la aplicación para revisar plantas y consultar resultados.	Perfil central para decisiones de diseño y usabilidad.

4.4.4. Requerimientos funcionales y no funcionales

Los requerimientos funcionales describen las acciones que el módulo debe permitir al usuario. En este caso, se priorizaron funciones relacionadas con la revisión visual de la planta, la captura de imagen, la presentación de resultados, el historial y la generación de un expediente técnico. Cada requerimiento fue redactado desde el alcance del módulo de interfaz, sin asumir como propio el desarrollo interno de los modelos de inteligencia artificial.

Tabla 9: Requerimientos funcionales del módulo

Código	Requerimiento funcional	Prioridad	Criterio de cumplimiento
RF-01	Permitir el acceso a una pantalla principal clara con opciones de revisión e historial.	Alta	El usuario puede identificar fácilmente las opciones principales de la aplicación.
RF-02	Solicitar permiso para usar la cámara antes de iniciar la revisión.	Alta	La aplicación solicita el permiso y muestra una alternativa cuando el usuario no lo concede.
RF-03	Abrir la cámara trasera del dispositivo.	Alta	La vista de la cámara aparece correctamente en la pantalla.
RF-04	Permitir capturar una imagen de la planta.	Alta	La aplicación guarda la imagen durante la revisión.
RF-05	Mostrar información sobre la planta con realidad aumentada.	Alta	La interfaz muestra correctamente los elementos de realidad aumentada sobre la planta.
RF-06	Mostrar los resultados de la revisión.	Alta	Los resultados se muestran de forma clara y fácil de entender.
RF-07	Guardar las revisiones en el historial.	Media	El usuario puede consultar las revisiones guardadas cuando desee.
RF-08	Generar un reporte en PDF con la información de la revisión.	Media	El documento se crea con foto, resultados y recomendaciones.
RF-09	Permitir reiniciar el proceso de revisión.	Media	El usuario puede realizar un nuevo escaneo sin cerrar la app.
RF-10	Permitir reiniciar una revisión desde la interfaz.	Media	El usuario puede analizar otra planta sin cerrar la aplicación.

Los requerimientos no funcionales se enfocan en la calidad del módulo. Debido a que el usuario principal es el agricultor, se consideraron aspectos como legibilidad, rendimiento, simplicidad, estabilidad en dispositivo móvil y claridad visual. Estos criterios son relevantes porque una aplicación agrícola no debe depender únicamente de su capacidad técnica, sino también de que pueda ser usada en condiciones reales de campo.

Tabla 10: Requerimientos no funcionales del módulo

Código	Requerimiento no funcional	Prioridad	Criterio de cumplimiento
RNF-01	La interfaz debe ser comprensible para usuarios no técnicos.	Alta	Los textos deben ser breves, claros y orientados a la acción.
RNF-02	La aplicación debe mantener una navegación simple.	Alta	Las funciones principales deben estar a uno o dos toques.
RNF-03	Los elementos visuales no deben sobrecargar la pantalla.	Alta	La experiencia AR debe guiar sin ocultar la planta.
RNF-04	El módulo debe ejecutarse en dispositivos Android compatibles.	Alta	La app compila e instala en un teléfono físico.
RNF-05	El estado del módulo debe estar separado del estado de otros módulos.	Media	Riverpod administra los componentes necesarios para la detección.
RNF-06	El historial debe estar disponible localmente.	Media	Las revisiones quedan guardadas en el almacenamiento del dispositivo.
RNF-07	El PDF debe ser legible y útil para agricultores y técnicos.	Media	El reporte presenta la información de forma organizada y fácil de leer.
RNF-08	La arquitectura debe permitir integración futura.	Alta	La aplicación cuenta con puntos de conexión para integrar módulos como inteligencia artificial, administración y otros componentes.

4.4.5. Historias de usuario

Las historias de usuario fueron elaboradas para representar las principales necesidades del agricultor durante la interacción con la aplicación y el proceso de revisión del cultivo en campo. Para su construcción se empleó la estructura utilizada en metodologías ágiles, compuesta por el rol del usuario, la necesidad y el beneficio esperado. Además, se incorporaron criterios de aceptación que facilitan la validación de cada funcionalidad desarrollada. Las historias se enfocan exclusivamente en el módulo de interfaz con realidad aumentada y en sus puntos de integración con los demás componentes del sistema.

4.4.5.1.HU-01. Acceso a pantalla principal agrícola

Tabla 11: Historia de usuario HU-01

Campo	Descripción
Código	HU-01.
Nombre	Acceso a pantalla principal.
Rol del usuario	Agricultor de plátano.
Necesidad	Ingresar a una pantalla principal con opciones fáciles de entender.
Finalidad	Iniciar una revisión o consultar el historial sin dificultad.
Prioridad	Alta.
Estimación	3 puntos.
Criterios de aceptación	La pantalla muestra las opciones para iniciar una revisión y consultar el historial de forma clara y los botones funcionan correctamente.
Entrada principal	El usuario inicia la aplicación.
Salida esperada	Pantalla principal lista para iniciar acciones.
Observación técnica	Esta historia prioriza la reducción de sobrecarga visual.

4.4.5.2.HU-02. Inicio de revisión con cámara

Tabla 12: Historia de usuario HU-02

Campo	Descripción
Código	HU-02.
Nombre	Inicio de revisión con cámara.
Rol del usuario	Como agricultor.
Necesidad	Quiero activar la cámara para observar la planta.
Finalidad	Para revisar hojas o tallos directamente desde el entorno de cultivo.
Prioridad	Alta.
Estimación	5 puntos.
Criterios de aceptación	La app solicita permisos, abre la cámara trasera y muestra una vista previa estable.
Entrada principal	Toque en el botón de revisión.
Salida esperada	Pantalla de escaneo con cámara activa.
Observación técnica	Depende del permiso de cámara y compatibilidad del dispositivo.

4.4.5.3.HU-03. Guía visual en realidad aumentada

Tabla 13: Historia de usuario HU-03

Campo	Descripción
Código	HU-03
Nombre	Guía visual en realidad aumentada.
Rol del usuario	Agricultor.
Necesidad	Ver información sobre la planta mientras realiza la revisión.
Finalidad	Para entender qué zona está siendo revisada y qué información se relaciona con la imagen real.
Prioridad	Alta.
Estimación	8 puntos.
Criterios de aceptación	La información aparece sobre la planta, los elementos se muestran en el lugar correcto y el texto es fácil de leer.
Entrada principal	La cámara se encuentra lista para iniciar la revisión.
Salida esperada	La aplicación muestra la información mediante realidad aumentada sobre la planta.
Observación técnica	La interfaz mantiene un diseño claro y fácil de entender.

4.4.5.4.HU-04. Visualización de resultados técnicos

Tabla 14: Historia de usuario HU-04

Campo	Descripción
Código	HU-04.
Nombre	Visualización de resultados técnicos
Rol del usuario	Como agricultor
Necesidad	Quiero recibir resultados resumidos después del análisis
Finalidad	Para saber si la planta requiere seguimiento, prevención o revisión técnica.
Prioridad	Alta.
Estimación	5 puntos.
Criterios de aceptación	El resultado incluye estado, hallazgos y recomendación breve; evita términos excesivamente técnicos.
Entrada principal	Imagen capturada y análisis simulado o recibido.
Salida esperada	Panel de resultados comprensible.
Observación técnica	Los resultados pueden ser reemplazados por datos reales de IA cuando los módulos externos estén integrados.

4.4.5.5.HU-05. Registro en historial

Tabla 15: Historia de usuario HU-05

Campo	Descripción
Código	HU-05.
Nombre	Registro en historial.
Rol del usuario	Como agricultor.
Necesidad	Quiero guardar las revisiones realizadas.
Finalidad	Para consultar después qué plantas fueron revisadas y qué resultado obtuvieron.
Prioridad	Media.
Estimación	5 puntos.
Criterios de aceptación	Cada revisión guarda fecha, resumen, nivel de atención y referencia de imagen o resultado.
Entrada principal	Revisión finalizada.
Salida esperada	Registro visible en historial.
Observación técnica	El almacenamiento local permite funcionamiento inicial sin servidor.

4.4.5.6.HU-06. Consulta de historial

Tabla 16: Historia de usuario HU-06

Campo	Descripción
Código	HU-06.
Nombre	Consulta de historial.
Rol del usuario	Como agricultor.
Necesidad	Quiero revisar escaneos anteriores.
Finalidad	Para dar seguimiento al cultivo y comparar resultados en el tiempo.
Prioridad	Media
Estimación	3 puntos
Criterios de aceptación	La pantalla muestra tarjetas o registros con fecha, estado y acceso al detalle.
Entrada principal	Acceso desde la pantalla principal.
Salida esperada	Lista de revisiones almacenadas.
Observación técnica	El historial fortalece la utilidad práctica de la aplicación.

4.4.5.7.HU-07. Generación de expediente PDF

Tabla 17: Historia de usuario HU-07

Campo	Descripción
Código	HU-07.
Nombre	Generación de expediente PDF.
Rol del usuario	Como agricultor o técnico.
Necesidad	Quiero generar un documento con el resultado de la revisión
Finalidad	Para guardar evidencia o compartirla con una persona especializada.
Prioridad	Media.
Estimación	5 puntos.
Criterios de aceptación	El PDF incluye fotografía, hallazgos, recomendación y fecha; el formato es legible y profesional.
Entrada principal	Resultado de una revisión.
Salida esperada	Archivo PDF generado.
Observación técnica	El documento debe ser útil para agricultores y revisión académica.

4.4.5.8.HU-08. Reinicio de revisión desde la interfaz

Tabla 18: Historia de usuario HU-08

Campo	Descripción
Código	HU-08.
Nombre	Iniciar una nueva revisión.
Rol del usuario	Agricultor.
Necesidad	Realizar una nueva revisión sin salir de la aplicación.
Finalidad	Realizar otra revisión sin la necesidad de volver a abrir la aplicación ni repetir los mismos pasos.
Prioridad	Media.
Estimación	3 puntos.
Criterios de aceptación	El botón permite hacer una nueva revisión sin perder la información que se guarda en el historial.
Entrada principal	El usuario usa el botón de Nueva revisión.
Salida esperada	Pantalla de escaneo lista para revisar otra planta.
Observación técnica	Esta historia pertenece completamente al módulo de interfaz AR.

4.4.6. Casos de uso

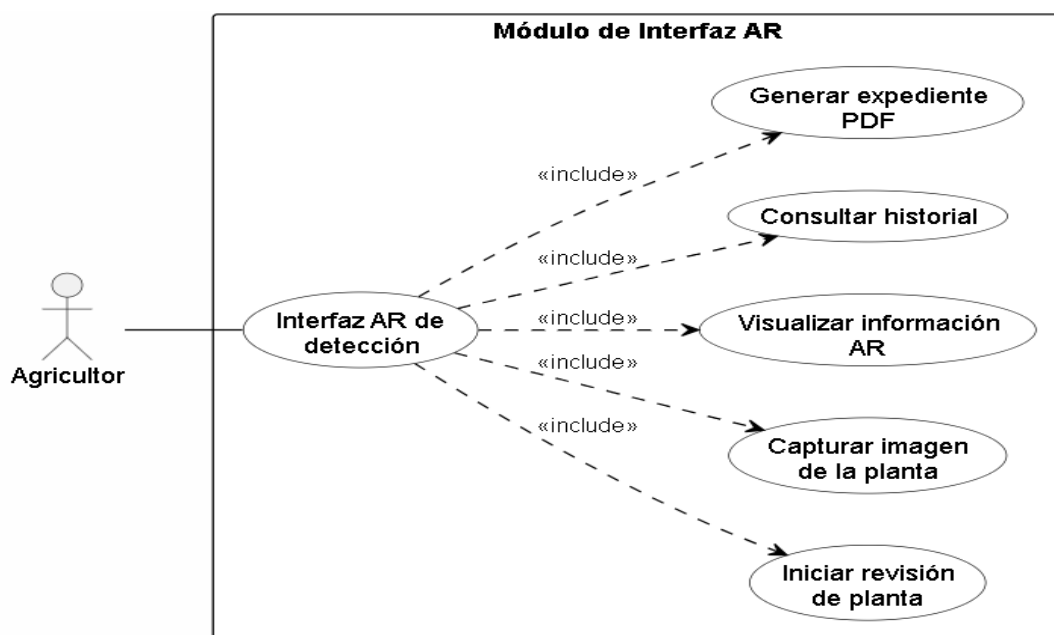
Los casos de uso describen la interacción entre el agricultor y el módulo de interfaz AR. A través de ellos se representan las principales funcionalidades del sistema, identificando los actores involucrados, las acciones que pueden realizar y las relaciones existentes durante la interacción.

Tabla 19: Casos de uso principales del módulo

Código	Caso de uso	Actor	Resultado esperado
CU-01	Acceder a la pantalla principal.	Agricultor	La aplicación muestra las opciones principales.
CU-02	Iniciar una revisión de planta	Agricultor	La cámara queda lista para revisar la planta.
CU-03	Capturar una imagen de la planta	Agricultor	La aplicación guarda la imagen para realizar el análisis.
CU-04	Ver la información AR	Agricultor	La aplicación muestra la información sobre la planta mediante realidad aumentada.
CU-05	Consultar resultado técnico	Agricultor	Se presentan hallazgos y recomendación.
CU-06	Guardar revisión en historial	Sistema	El escaneo queda almacenado localmente.
CU-07	Consultar historial	Agricultor	Se listan revisiones anteriores.
CU-08	Generar expediente PDF	Agricultor Técnico	Se crea un documento de respaldo.
CU-09	Reiniciar revisión	Agricultor	El sistema vuelve al escaneo sin cerrar la app.

4.4.6.1. Casos de uso del módulo de interfaz AR

Ilustración 2: Diagrama general de casos de uso del módulo de interfaz AR



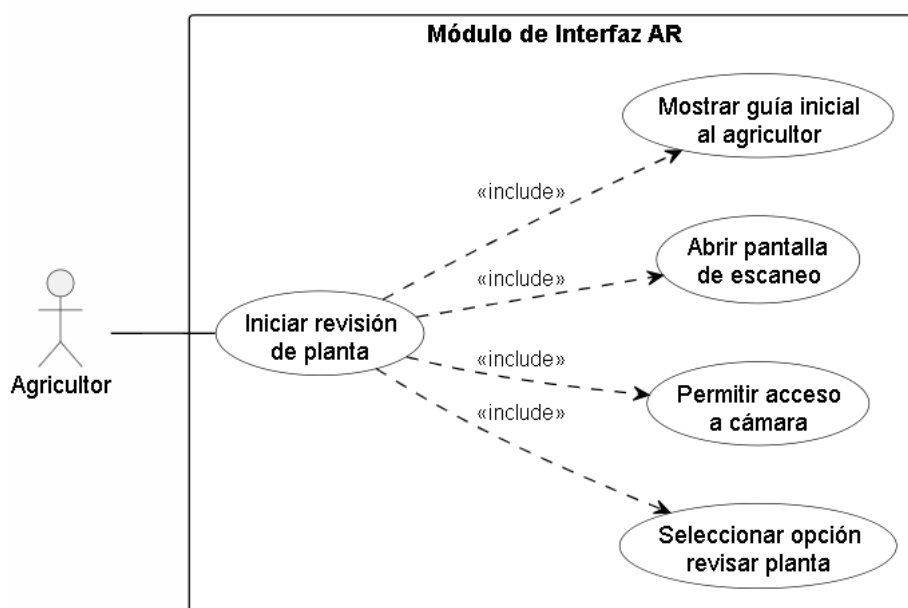
4.4.6.2.Especificación del caso de uso CU-02: Iniciar revisión de planta

Tabla 20: Especificación del caso de uso CU-02

Campo	Descripción
Código	CU-02
Nombre	Iniciar revisión de planta.
Actor principal	Agricultor.
Precondición	El usuario se encuentra en la pantalla principal.
Disparador	Presiona el botón de revisar planta.
Flujo principal	La aplicación solicita permisos si es necesario y abre la cámara.
Flujo alternativo	Permiso de cámara denegado o cámara no disponible.
Tratamiento	Mostrar mensaje de permiso requerido o error controlado.
Postcondición	Permiso validado y cámara inicializada.

4.4.6.3.Casos de Uso: Iniciar revisión de planta

Ilustración 3: Diagrama de Casos de Uso: Iniciar revisión de planta.



4.4.6.4.Especificación del caso de uso CU-03: Capturar imagen de la planta

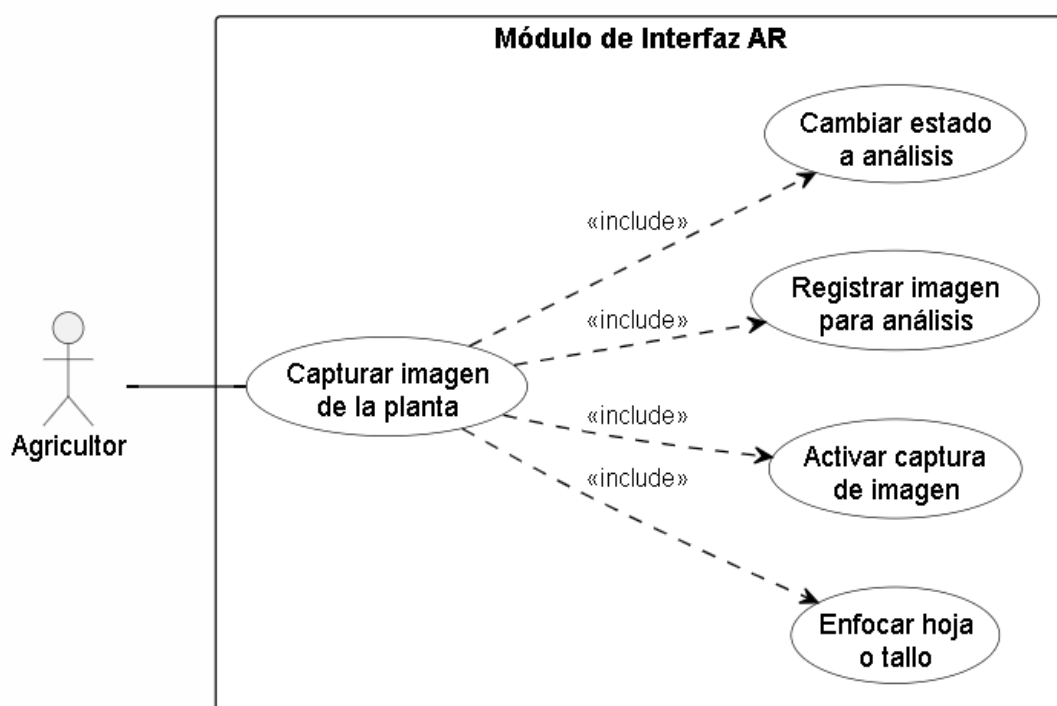
Tabla 21: Especificación del caso de uso CU-03

Campo	Descripción
Código	CU-03
Nombre	Capturar imagen de la planta.
Actor principal	Agricultor.
Precondición	La cámara está activa y la planta está enfocada.

Campo	Descripción
Disparador	Presiona el botón de captura o escaneo.
Flujo principal	La app registra la imagen y cambia al estado de análisis.
Flujo alternativo	Error al capturar imagen.
Tratamiento	Mostrar mensaje de reintento.
Postcondición	Imagen disponible para análisis o simulación.

4.4.6.5.Casos de Uso: Capturar imagen de la planta

Ilustración 4: Diagrama de Casos de Uso: Capturar imagen de la planta



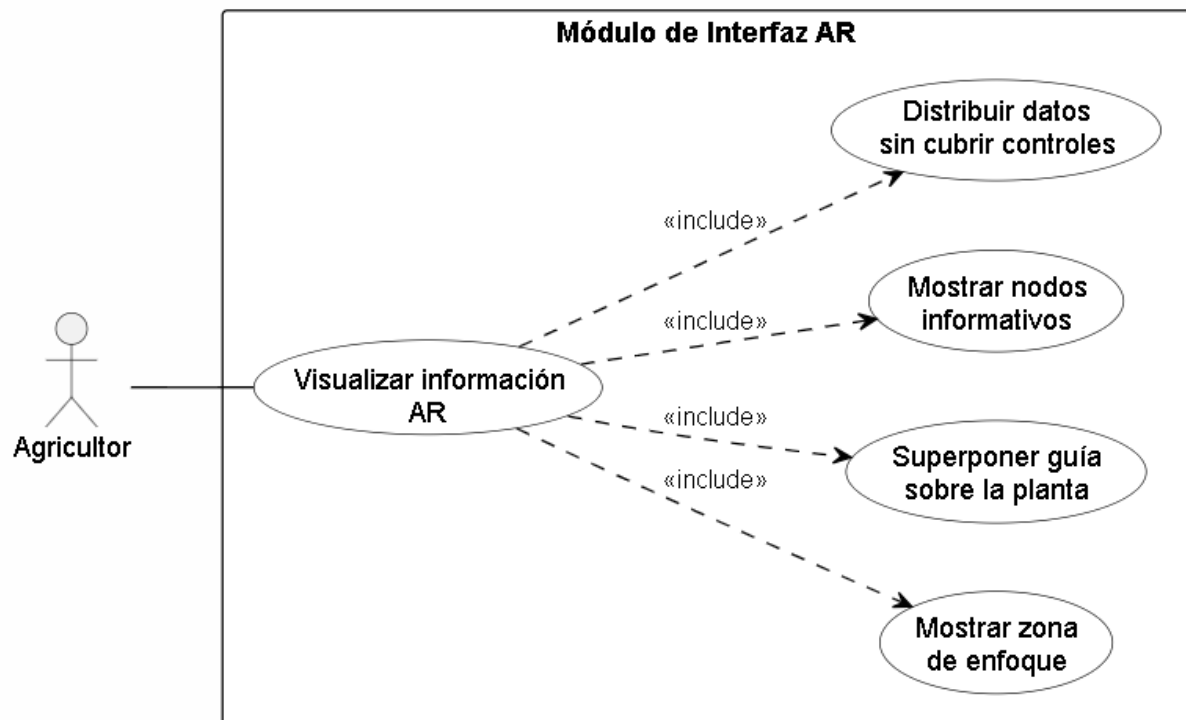
4.4.6.6.Especificación del caso de uso CU-04: Visualizar información AR

Tabla 22: Especificación del caso de uso CU-04

Campo	Descripción
Código	CU-04
Nombre	Visualizar información AR.
Actor principal	Agricultor.
Precondición	Existe una revisión en proceso o finalizada.
Disparador	Observa la pantalla de escaneo.
Flujo principal	La app superpone guías visuales y nodos de información sobre la imagen real.
Flujo alternativo	Pantalla sobrecargada o datos ocultando la planta.
Tratamiento	Mantener controles separados y visualización limpia.
Postcondición	Información visual distribuida alrededor del área analizada.

4.4.6.7.Casos de Uso: Visualizar información AR

Ilustración 5: Diagrama de Casos de Uso: Visualizar información AR



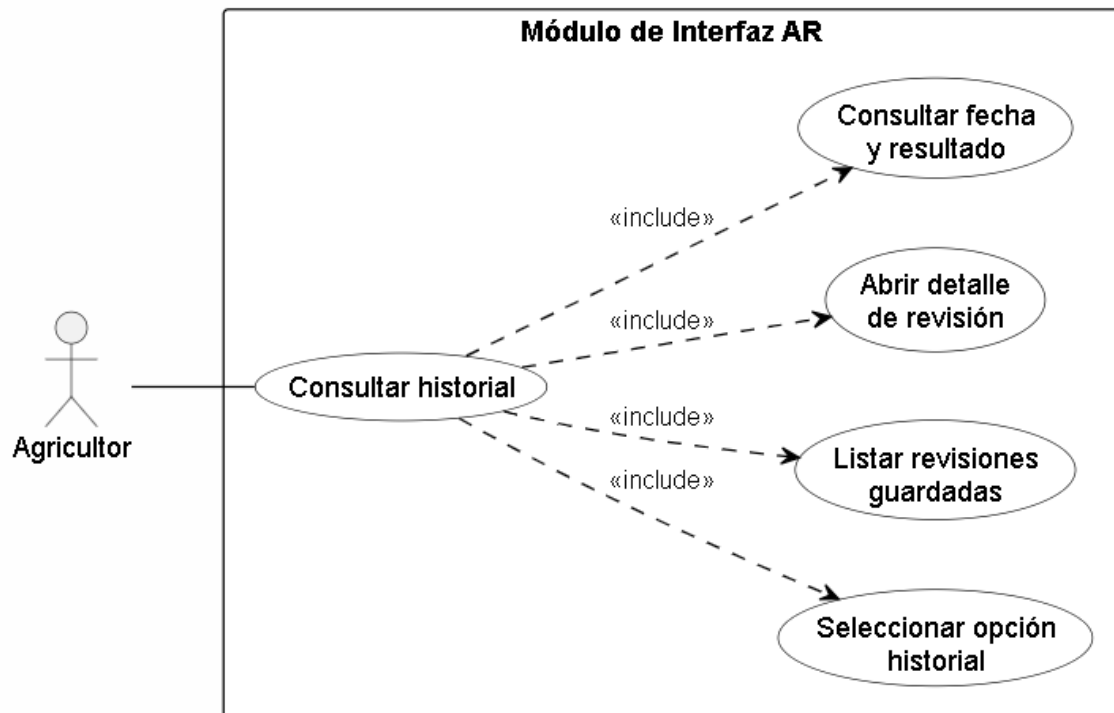
4.4.6.8.Especificación del caso de uso CU-07: Consultar historial

Tabla 23: Especificación del caso de uso CU-07

Campo	Descripción
Código	CU-07
Nombre	Consultar historial.
Actor principal	Agricultor.
Precondición	Existen o no revisiones almacenadas.
Disparador	Selecciona historial desde la pantalla principal.
Flujo principal	La app muestra los escaneos guardados.
Flujo alternativo	No existen registros.
Tratamiento	Mostrar estado vacío comprensible.
Postcondición	Listado de revisiones o mensaje de historial vacío.

4.4.6.9.Casos de Uso: Consultar historial

Ilustración 6: Diagrama de Casos de Uso: Consultar historial



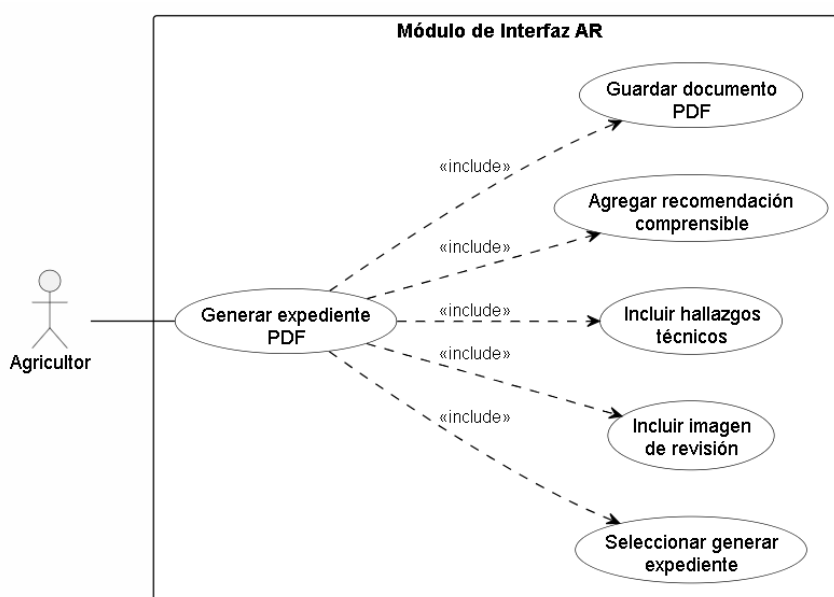
4.4.6.10. Especificación del caso de uso CU-08: Generar expediente PDF

Tabla 24: Especificación del caso de uso CU-08

Campo	Descripción
Código	CU-08
Nombre	Generar un reporte en PDF.
Actor principal	Agricultor o técnico.
Precondición	La aplicación ya muestra los resultados de la revisión.
Disparador	El usuario selecciona la opción Generar PDF.
Flujo principal	La aplicación genera un reporte en PDF con la imagen, los resultados y las recomendaciones.
Flujo alternativo	La aplicación informa si ocurre un problema al generar o abrir el archivo.
Tratamiento	La aplicación guarda el archivo y muestra un mensaje al usuario.
Postcondición	El reporte en PDF queda disponible para consultarlo cuando sea necesario.

4.4.6.11. Casos de Uso: Generar expediente PDF

Ilustración 7: Diagrama de Casos de Uso: Generar expediente PDF



4.4.7. Diagramas de estado del módulo

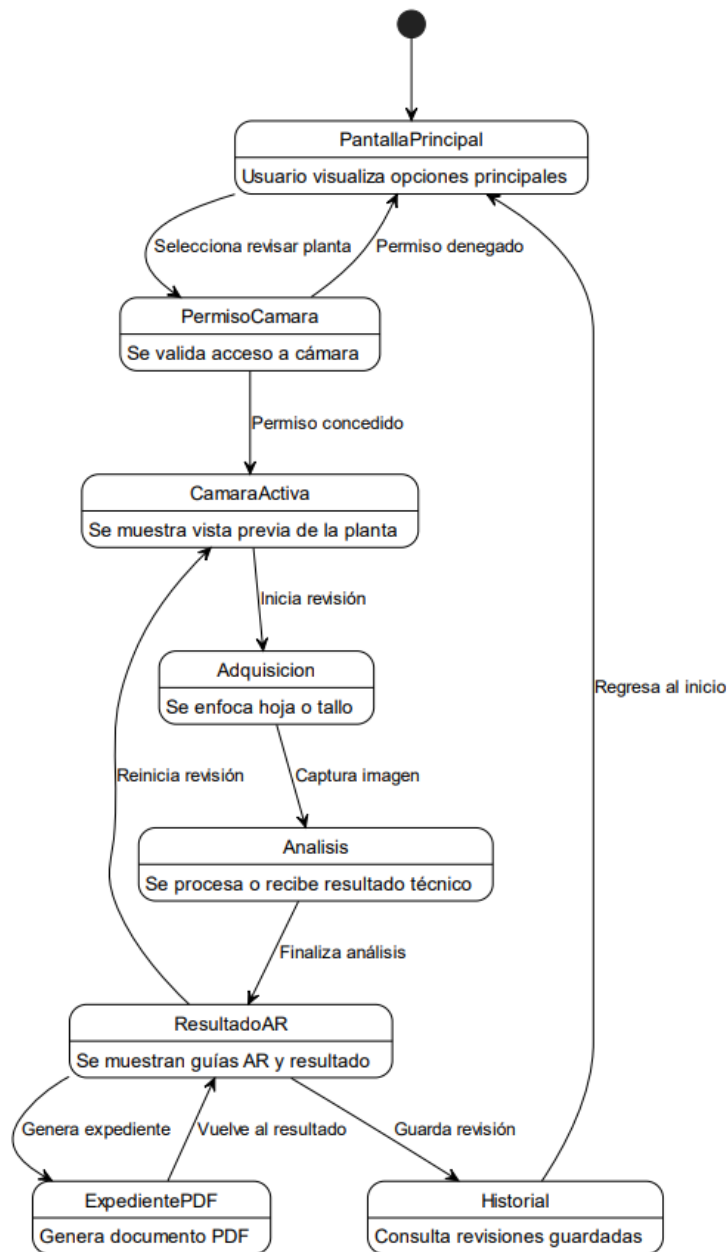
El flujo del módulo se organizó mediante estados que representan el comportamiento de la interfaz durante una revisión. Esta decisión permitió controlar qué elementos deben mostrarse en cada momento, evitar acciones fuera de secuencia y separar visualmente la adquisición, análisis y resultado. El uso de estados también facilita la integración futura de los módulos de IA, ya que los resultados externos pueden incorporarse al estado de análisis o finalización sin modificar toda la pantalla.

Tabla 25: Estados del flujo de revisión

Estado	Descripción	Transición principal
Inicio	El usuario se encuentra en la pantalla principal.	Selecciona revisar planta.
Permiso requerido	La app verifica el acceso a cámara.	Permiso concedido o denegado.
Cámara activa	Se muestra la planta mediante la cámara.	Usuario inicia escaneo.
Adquisición	La app guía el enfoque y prepara la captura.	Se captura imagen.
Análisis	Se simula o recibe procesamiento de los módulos externos.	Finaliza análisis.
Resultado AR	Se presentan nodos y hallazgos sobre la imagen.	Usuario guarda, genera PDF o reinicia.
Historial	La revisión queda disponible para consulta.	Usuario regresa al inicio o abre detalle.

4.4.7.1.Estados del flujo de revisión

Ilustración 8: Diagrama de estados del flujo de revisión



4.4.8. Diseño técnico y organización del código

El código del módulo fue organizado para facilitar mantenimiento e integración. Está organizada por pantallas, widgets, controladores, proveedores y servicios, de manera que cada parte cumple una función específica y no toda la programación queda concentrada en una sola pantalla, por lo que, aunque el módulo tiene varios widgets, esto no significa que exista desorden, sino que cada uno se encarga de una tarea diferente, como los botones, paneles,

historial, mensajes y otros elementos de la interfaz, haciendo que cada archivo sea más fácil de organizar y mantener.

Tabla 26: Organización técnica del código

Directorio o componente	Responsabilidad	Motivo de diseño
Core	Constantes, estilos, permisos y servicios compartidos.	Evita duplicar lógica común.
Features/detection/presentation/screens	Pantallas principales del módulo.	Separa navegación y composición visual.
Features/detection/presentation/widgets	Componentes reutilizables de interfaz.	Permite mantener pantallas limpias y legibles.
Features/detection/presentation/providers	Estado reactivo con Riverpod.	Mantiene organizada la cámara, la realidad aumentada y el historial.
Features/detection/presentation/controllers	Controla las acciones que realiza el usuario durante la revisión.	Organiza el funcionamiento de la aplicación durante la revisión.
Features/detection/data	Guarda y consulta la información utilizada por la aplicación.	Mantiene disponible el historial y la información temporal de la revisión.
Services PDF	Genera y guarda los reportes en PDF.	Permite crear un reporte con los resultados de la revisión.

Riverpod ayudó a mantener organizado el funcionamiento de la aplicación para que cada módulo trabajara de forma independiente. Por ejemplo, el estado de la cámara, la fase de escaneo, los mensajes de guía y el historial pertenecen al módulo de detección. Esta separación será útil cuando los módulos de IA o servicios externos entreguen resultados reales, ya que podrán comunicarse mediante proveedores o servicios sin mezclar responsabilidades internas.

4.4.9. Diseño de interfaz y experiencia de usuario

El diseño de interfaz evolucionó durante el desarrollo. En las primeras versiones se utilizó una estética más técnica y futurista, con múltiples elementos tipo Heads-Up Display (HUD), líneas, datos y paneles. Sin embargo, al considerar que el usuario principal sería el agricultor, se redujo la saturación visual y se priorizó una interfaz más limpia, con colores naturales, botones claros y una experiencia futurista moderada. La realidad aumentada se mantuvo como un recurso visual de apoyo, no como un elemento que dificulte observar la planta.

La pantalla de escaneo fue ajustada para que la información aparezca alrededor de la planta y no tape los botones principales, además se eliminaron los elementos que podían dificultar el uso de la aplicación. De esta manera, el agricultor puede observar la hoja o el tallo, identificar las señales que aparecen en la pantalla y entender con facilidad la recomendación que muestra la aplicación, cumpliendo con el propósito de mejorar la comprensión de la información técnica mediante una arquitectura semiótico-interactiva.

Tabla 27: Decisiones de diseño de interfaz

Elemento de interfaz	Decisión de diseño	Beneficio para el agricultor
Pantalla principal	Opciones reducidas y orientadas a acción.	Evita confusión al iniciar la aplicación.
Botón de revisión	Acceso directo a cámara.	Comienza rápidamente en campo.
Overlay AR	Nodos y guías distribuidas alrededor de la planta.	Ayuda a relacionar resultado con zona observada.
Colores	Paleta más agrícola y menos agresiva.	Mejora lectura y reduce sensación excesivamente técnica.
Historial	Apartado independiente.	Permite revisar escaneos anteriores sin repetir procesos.
PDF	Expediente con lenguaje claro.	Facilita compartir evidencia con técnicos o compañeros.

4.4.9.1. Prototipo de pantalla principal del módulo

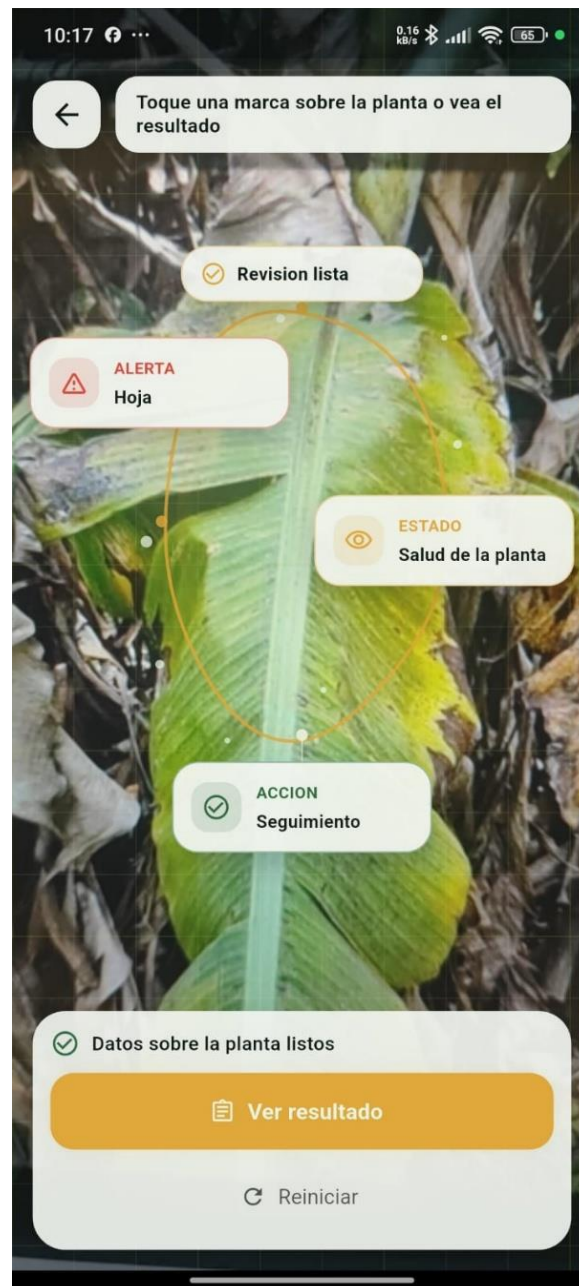
Ilustración 9: Prototipo de pantalla principal del módulo



La pantalla principal constituye el punto de acceso a las funcionalidades del módulo de interfaz. Su diseño prioriza una distribución clara de los elementos, permitiendo al usuario iniciar una nueva revisión del cultivo, consultar el historial de inspecciones y acceder al asistente de apoyo. Asimismo, incorpora indicadores visuales y una guía de uso que orientan la interacción desde el primer acceso, favoreciendo una navegación sencilla y una comprensión rápida de las funciones disponibles

4.4.9.2. Prototipo de pantalla de escaneo con realidad aumentada

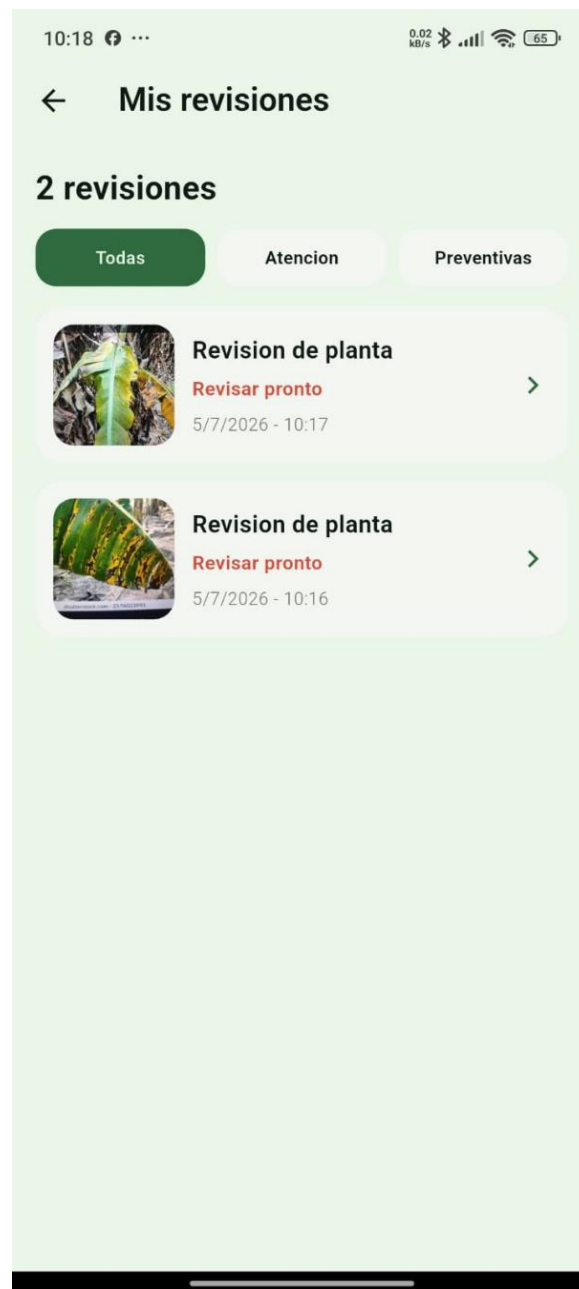
Ilustración 10: Prototipo de pantalla de escaneo con realidad aumentada



Esta interfaz corresponde al proceso de escaneo del cultivo mediante realidad aumentada. Durante la inspección, la aplicación superpone marcadores visuales sobre la planta para señalar información relacionada con el estado fitosanitario, posibles alertas y acciones de seguimiento. La distribución de estos elementos permite al usuario una interacción más intuitiva y una mejor comprensión de los resultados obtenidos.

4.4.9.3. Prototipo de historial de revisiones

Ilustración 11: Prototipo de historial de revisiones



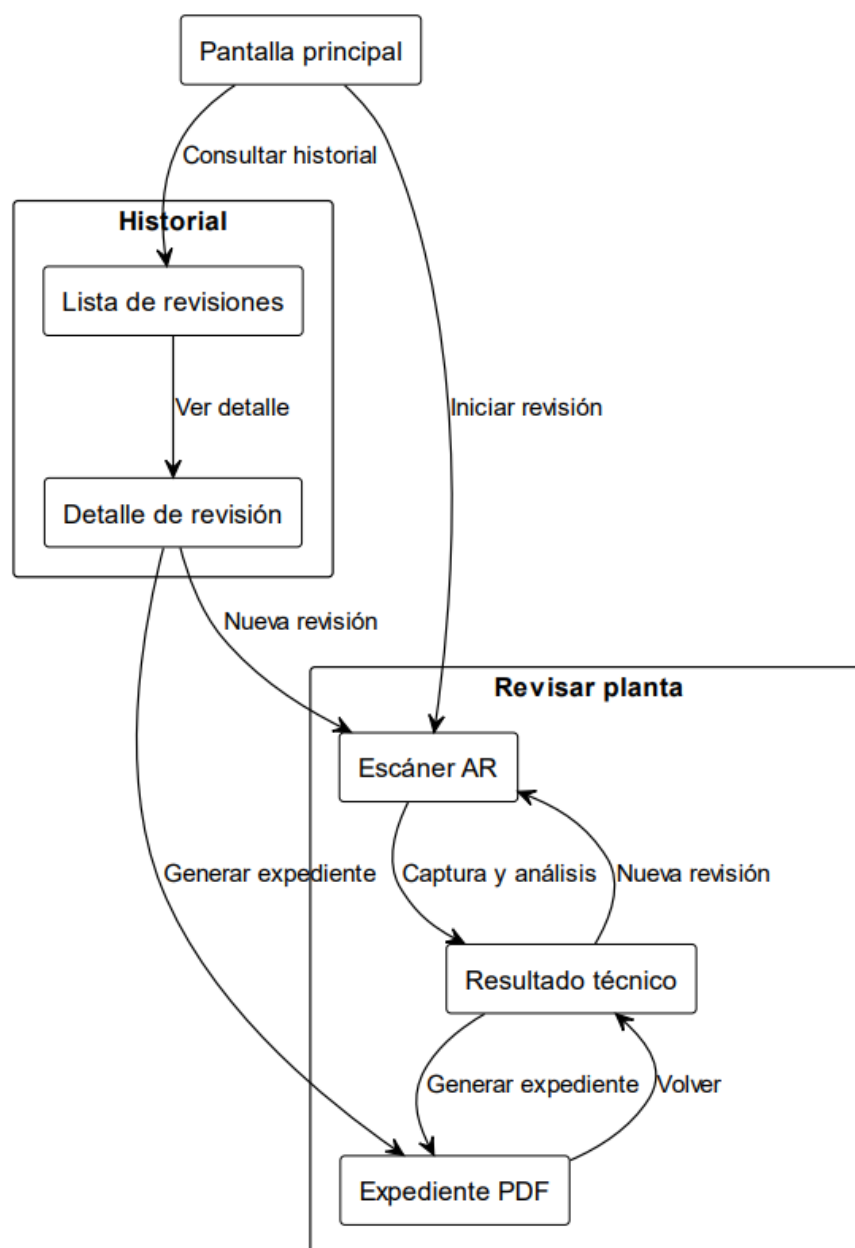
La pantalla de historial permite al usuario revisar todas las inspecciones que ha realizado de forma ordenada. En cada registro se muestra la fotografía tomada, la fecha y el resultado obtenido, lo que facilita consultar revisiones anteriores cuando sea necesario, además cuenta con filtros que ayudan a encontrar una inspección específica de forma más rápida.

4.4.10. Diagramas complementarios de navegación e interacción

Además de los casos de uso y el diagrama de estados principal, se incorporan diagramas complementarios para representar la navegación, la interacción del agricultor y los estados internos más importantes del módulo. Estos diagramas fortalecen la descripción técnica porque muestran cómo se relacionan las pantallas, qué ruta sigue el usuario y cómo se comporta la interfaz ante permisos, captura, historial y generación de expediente.

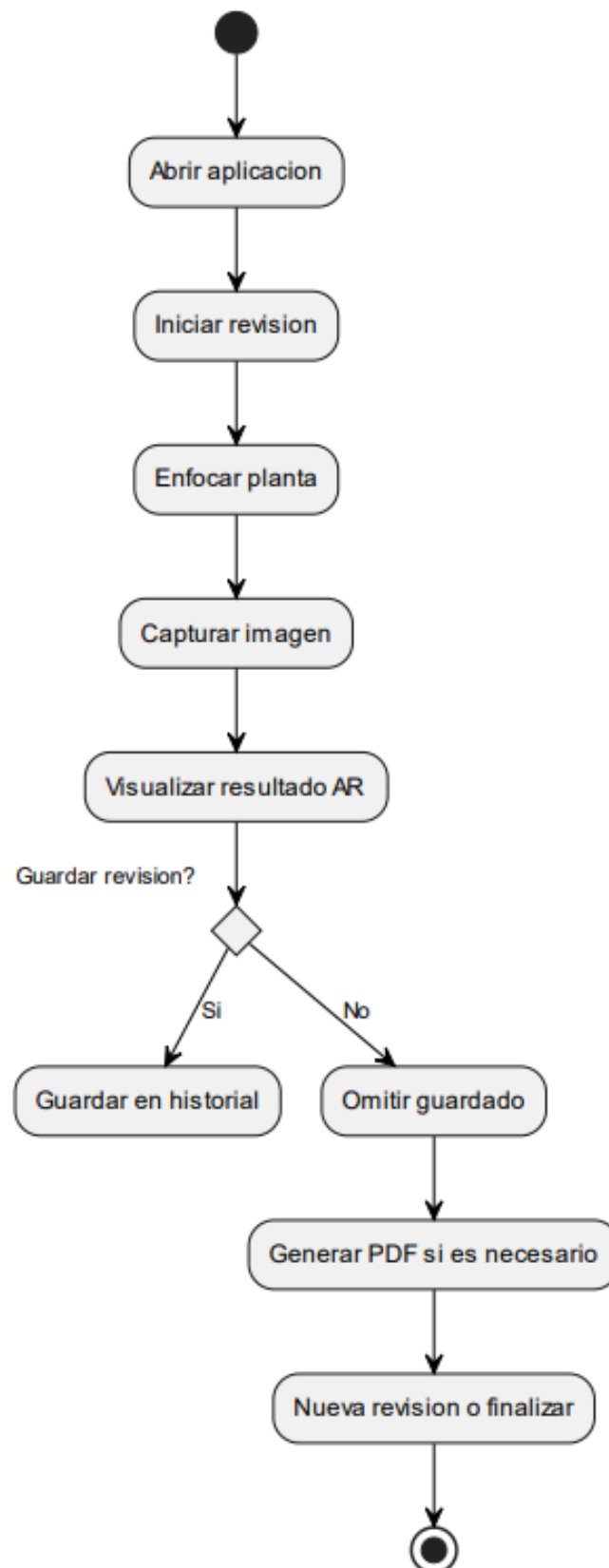
4.4.10.1. Mapa de navegación del módulo de interfaz AR

Ilustración 12: Mapa de navegación del módulo de interfaz AR



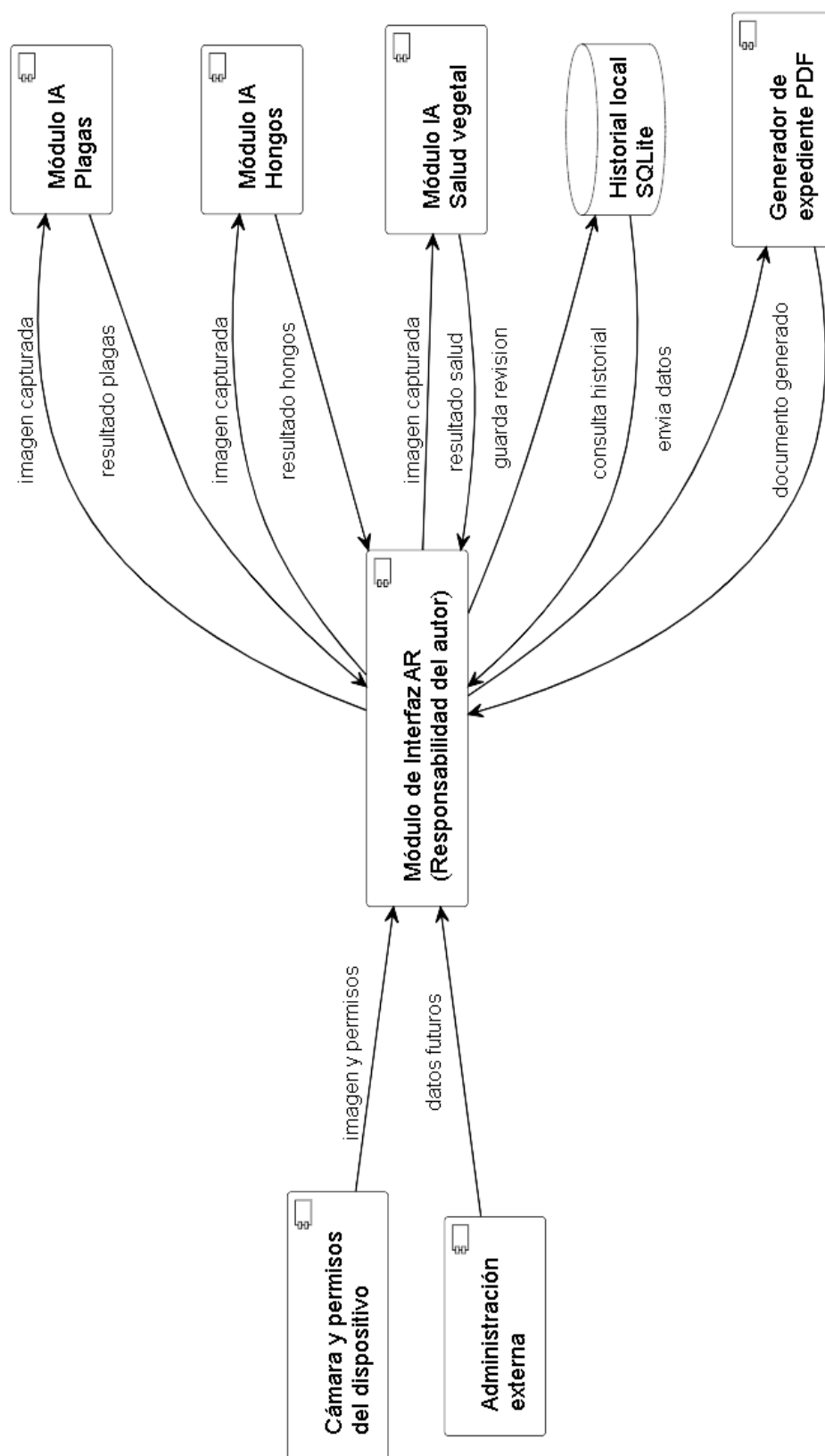
4.4.10.2. Flujo de interacción del agricultor durante la revisión

Ilustración 13: Flujo de interacción del agricultor durante la revisión



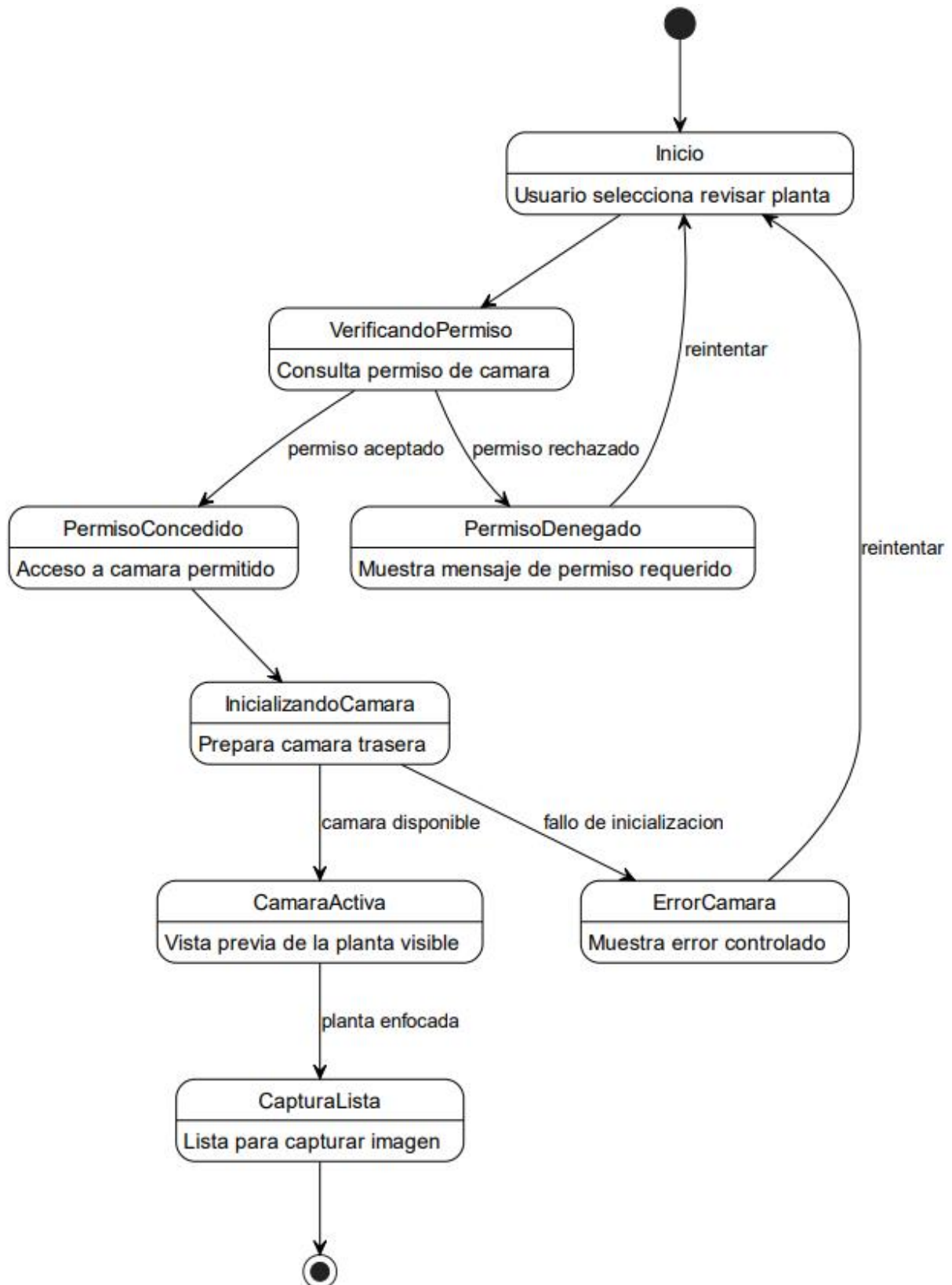
4.4.10.3. Mapa de integración del módulo AR con componentes externos

Ilustración 14: Mapa de integración del módulo AR con componentes externos



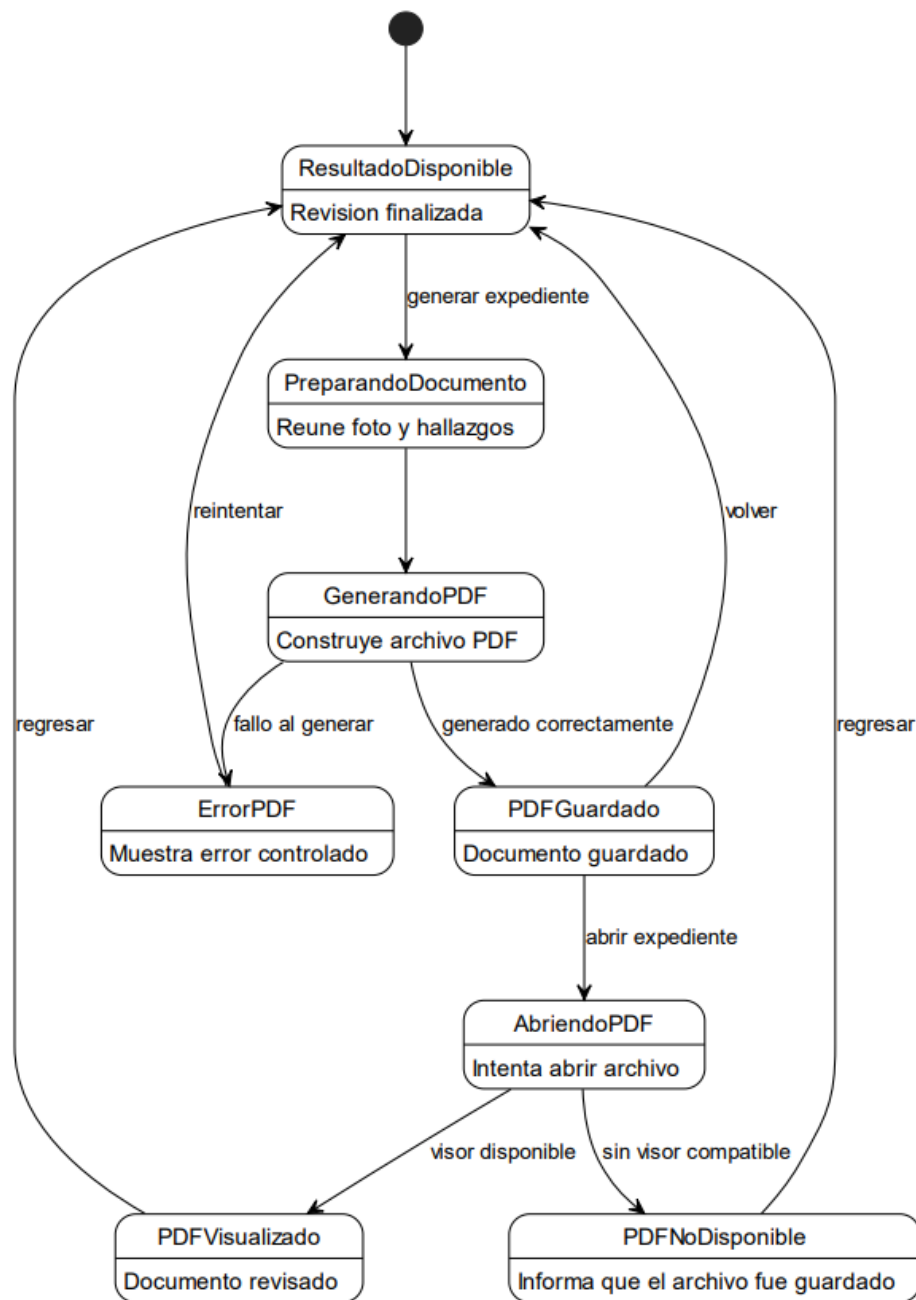
4.4.10.4. Estados de permisos y cámara

Ilustración 15: Diagrama de estados de permisos y cámara



4.4.10.5. Estados del expediente PDF

Ilustración 16: Diagrama de estados del expediente PDF



4.4.11. Product Backlog

El Product Backlog agrupó las funcionalidades necesarias para construir el módulo desde su base hasta una versión funcional. Las tareas fueron priorizadas según su impacto en el flujo principal del agricultor. Por esta razón, primero se desarrolló la navegación base y la cámara, luego la experiencia AR, después el historial y finalmente los documentos de respaldo e integraciones.

Tabla 28: Product Backlog del módulo

ID	Elemento del backlog	Prioridad	Estado
PB-01	Crear estructura modular del proyecto y carpetas por características.	Alta	Completado
PB-02	Preparar las herramientas necesarias para la cámara, permisos, almacenamiento y PDF.	Alta	Completado
PB-03	Crear una pantalla principal sencilla y fácil de usar.	Alta	Completado
PB-04	Preparar la cámara y los permisos necesarios para utilizarla.	Alta	Completado
PB-05	Crear el proceso para capturar la imagen y mostrar los resultados.	Alta	Completado
PB-06	Diseñar la información que se mostrará con realidad aumentada.	Alta	Completado
PB-07	Crear el historial para guardar las revisiones realizadas.	Media	Completado
PB-08	Generar expediente PDF profesional.	Media	Completado
PB-09	Implementar reinicio de revisión y limpieza de estado visual.	Media	Completado
PB-10	Preparar integración futura con modelos de IA.	Alta	Preparado

4.4.12. Planificación y desglose de sprints

La planificación se organizó en cuatro sprints principales, distribuidos en un cronograma de cuatro semanas. Cada sprint entregó un incremento verificable del módulo, comenzando por la base arquitectónica y finalizando con pruebas e integración. Esta división permitió validar progresivamente el comportamiento de la interfaz y ajustar el diseño para que sea más adecuado al contexto agrícola.

Tabla 29: Planificación general de sprints

Sprint	Duración / cronograma	Objetivo	Actividades principales	Entregable
Sprint 1	Semana 1 03/06/2026 - 09/06/2026	Construir la base del módulo.	Organizar el proyecto, crear la pantalla principal y preparar la navegación.	Base de la aplicación lista.
Sprint 2	Semana 2 10/06/2026 - 16/06/2026	Preparar la cámara y el proceso de revisión	Activar la cámara, tomar imágenes y guardar la información necesaria.	Cámara lista para realizar revisiones.

Sprint	Duración / cronograma	Objetivo	Actividades principales	Entregable
Sprint 3	Semana 3 17/06/2026 - 23/06/2026	Mejorar la interfaz y el historial.	Mostrar la información sobre la planta, enseñar los resultados y guardar las revisiones.	Realidad aumentada e historial funcionando.
Sprint 4	Semana 4 24/06/2026 - 30/06/2026	Cerrar módulo con PDF, pruebas e integración.	Crear el PDF, probar las funciones y corregir los errores encontrados.	Aplicación lista para trabajar con las demás funciones.

4.4.12.1. Desglose detallado de los sprints

A continuación, se detalla cada sprint con su objetivo, actividades, criterio de aceptación y resultado obtenido. Este desglose permite evidenciar que el módulo no fue construido en una sola etapa, sino mediante incrementos sucesivos que fueron corrigiendo problemas de arquitectura, cámara, visualización AR, historial, generación de expediente y usabilidad para el agricultor.

4.4.12.1.1. Sprint 1: Base arquitectónica e interfaz inicial

Tabla 30: Desglose del sprint

SPRINT 1: Base arquitectónica e interfaz inicial	
Duración:	1 semana (03/06/2026 - 09/06/2026) Prioridad: Alta
Objetivo:	Construir la estructura base del módulo de interfaz AR, configurar las dependencias principales y habilitar la navegación inicial de la aplicación.
Historias de usuario:	HU-01: Acceso a pantalla principal agrícola
Tareas de desarrollo:	– Creación de la estructura modular del proyecto. – Configuración de dependencias principales. – Definición de carpetas core y detection. – Configuración inicial de Riverpod. – Diseño de la pantalla principal. – Preparación de navegación inicial del módulo.
Plan de entrega:	– Configuración base del proyecto. Se configuró el proyecto Flutter, las dependencias requeridas y la organización por módulos. Se prepararon las carpetas core y detection para organizar el desarrollo de la aplicación y mantener separadas las funciones de cada parte. Tiempo de desarrollo: 8 horas Fecha de inicio y fecha final: 03/06/2026 - 04/06/2026 – Pantalla principal de la aplicación.

SPRINT 1: Base arquitectónica e interfaz inicial	
	Se desarrolló la pantalla principal con opciones claras y fáciles de identificar, permitiendo al agricultor iniciar una revisión o consultar el historial sin encontrar opciones que no fueran necesarias. Tiempo de desarrollo: 10 horas Fecha de inicio y fecha final: 05/06/2026 - 07/06/2026 – Revisión del avance. Se comprobó que la aplicación funcionara correctamente y que el agricultor pudiera acceder a la pantalla de revisión desde la pantalla principal sin inconvenientes. Tiempo de desarrollo: 6 horas. Fecha de inicio y fecha final: 08/06/2026 - 09/06/2026
Resultado del sprint:	Proyecto base organizado, pantalla principal funcional y navegación inicial preparada para el flujo de revisión AR.

4.4.12.1.2. Sprint 2: Cámara, permisos y captura

Tabla 31: Cámara, permisos y captura

SPRINT 2: Cámara, permisos y captura	
Duración:	1 semana (10/06/2026 - 16/06/2026) Prioridad: Alta
Objetivo:	Implementar el acceso a cámara, la validación de permisos y la captura de imagen como base funcional para la revisión de planta.
Historias de usuario:	HU-02: Inicio de revisión con cámara; HU-03: Guía visual en realidad aumentada
Tareas de desarrollo:	– Solicitud de permiso para usar la cámara. – Abrir la cámara del dispositivo. – Mostrar la cámara en la aplicación. – Capturar imágenes de la planta. – Controlar el proceso de revisión.
Plan de entrega:	– Permisos y servicios del dispositivo. Se implementó la solicitud de permisos necesarios para acceder a la cámara y se definió el comportamiento ante permisos concedidos o rechazados. Tiempo de desarrollo: 7 horas Fecha de inicio y fecha final: 10/06/2026 - 11/06/2026 – Vista de cámara y captura. Se agregó el uso de la cámara para que el usuario pudiera observar la planta y tomar una foto durante la revisión. Tiempo de desarrollo: 12 horas Fecha de inicio y fecha final: 12/06/2026 - 14/06/2026 – Control del proceso de revisión.

SPRINT 2: Cámara, permisos y captura	
	Se preparó la aplicación para responder correctamente cuando el usuario enfoca la planta, toma la foto y espera el resultado del análisis. Tiempo de desarrollo: 8 horas Fecha de inicio y fecha final: 15/06/2026 - 16/06/2026
Resultado del sprint:	Primera versión del escáner para Android con acceso a la cámara, toma de fotos y las funciones necesarias para realizar la revisión.

4.4.12.1.3. Sprint 3: Visualización AR, resultados e historial

Tabla 32: Visualización AR, resultados e historial

SPRINT 3: Visualización AR, resultados e historial	
Duración:	1 semana (17/06/2026 - 23/06/2026) Prioridad: Alta
Objetivo:	Mejorar la experiencia visual del módulo mediante guías AR, resultados comprensibles e historial local de revisiones.
Historias de usuario:	HU-03: Información con realidad aumentada; HU-04: Mostrar resultados de la revisión; HU-05: Guardar revisiones en el historial; HU-06: Consultar el historial
Tareas de desarrollo:	– Diseño de la información con realidad aumentada. – Mejorar la pantalla para ver la información con claridad. – Mostrar los resultados obtenidos. – Crear el historial para guardar los resultados. – Permitir la consulta de la información guardada
Plan de entrega:	– Diseño de realidad aumentada. Se agregaron elementos visuales alrededor de la planta para mostrar la información de forma clara sin tapar la imagen ni dificultar el uso de los botones. Tiempo de desarrollo: 10 horas Fecha de inicio y fecha final: 17/06/2026 - 18/06/2026 – Resultados técnicos en interfaz. Se diseñó la visualización del resultado para que el agricultor pueda comprender el estado de la revisión mediante textos breves y señales visuales. Tiempo de desarrollo: 8 horas Fecha de inicio y fecha final: 19/06/2026 - 20/06/2026 – Historial local de revisiones. Se implementó el registro y consulta de revisiones anteriores, permitiendo que el usuario mantenga seguimiento de escaneos realizados. Tiempo de desarrollo: 12 horas Fecha de inicio y fecha final: 21/06/2026 - 23/06/2026

SPRINT 3: Visualización AR, resultados e historial		
Resultado del sprint:	Interfaz AR más clara para campo, resultados visibles y apartado de historial funcional para consulta de revisiones.	

4.4.12.1.4. Sprint 4: Expediente, pruebas e integración

Tabla 33: Expediente, pruebas e integración

SPRINT 4: Expediente, pruebas e integración		
Duración:	1 semana (24/06/2026 - 30/06/2026)	Prioridad: Alta
Objetivo:	Cerrar el módulo mediante generación de expediente PDF, pruebas funcionales, corrección de errores y preparación de puntos de integración.	
Historias de usuario:	HU-07: Generación de expediente PDF; HU-08: Reinicio de revisión desde la interfaz; validación final de HU-01 a HU-08	
Tareas de desarrollo:	– Generar el reporte en PDF. – Agregar la imagen, los resultados y las recomendaciones al reporte. – Revisar el funcionamiento de toda la aplicación. – Corregir errores encontrados durante las pruebas. – Preparar la conexión con los demás módulos. – Realizar la revisión final de la aplicación en un dispositivo Android.	
Plan de entrega:	– Generación del reporte PDF. Se desarrolló el reporte en PDF incorporando la imagen de la revisión, los resultados obtenidos y las recomendaciones para que el usuario pudiera consultar la información de una forma clara y organizada. Tiempo de desarrollo: 10 horas Fecha de inicio y fecha final: 24/06/2026 - 25/06/2026 – Pruebas del flujo completo. Se verificó el recorrido desde pantalla principal hasta escaneo, resultado, historial, generación de PDF y reinicio de revisión. Tiempo de desarrollo: 12 horas Fecha de inicio y fecha final: 26/06/2026 - 28/06/2026 – Corrección de errores e integración. Se corrigieron problemas detectados durante la ejecución y se dejaron preparados los puntos de integración con módulos externos de IA, administración y servicios complementarios. Tiempo de desarrollo: 8 horas Fecha de inicio y fecha final: 29/06/2026 - 30/06/2026	
Resultado del sprint:	Módulo terminado a nivel de prototipo funcional, con revisión AR, historial, expediente PDF, reinicio de flujo y preparación para integración.	

4.4.13. Definición de Hecho

La Definición de Hecho permitió establecer cuándo una funcionalidad podía considerarse terminada. En el módulo de interfaz AR, no bastaba con que una pantalla se visualizara; también debía compilar, ejecutarse en dispositivo físico, responder correctamente a los permisos, integrarse con el estado del módulo y ser comprensible para el agricultor.

Tabla 34: Definición de Hecho del módulo

Criterio		Condición para considerar completado
Compilación		El proyecto debe ejecutarse sin errores críticos de análisis o compilación.
Funcionamiento en dispositivo	en	La aplicación debe probarse en un teléfono Android.
Usabilidad		El usuario debe entender fácilmente cómo usar la función principal.
Separación de responsabilidades	de	Cada parte del módulo debe cumplir con la función que le corresponde.
Estado controlado		La aplicación debe responder de manera correcta cada paso de la revisión.
Integración preparada		El módulo debe quedar listo para trabajar con las demás funciones de la aplicación.
Documentación		La funcionalidad debe poder explicarse en la memoria escrita y exposición.

4.4.14. Eventos Scrum desarrollados

Los eventos Scrum se aplicaron de forma adaptada al contexto académico. Aunque no se trató de un entorno empresarial formal, sí se mantuvo la lógica de planificación, seguimiento, revisión y mejora continua. Esto permitió ajustar el módulo según problemas reales encontrados durante el desarrollo, como errores de cámara, fallas al abrir PDF, sobrecarga visual y necesidad de un historial más útil para el agricultor.

Tabla 35: Eventos Scrum aplicados

Evento		Aplicación en el proyecto	Resultado obtenido
Sprint Planning		Definición de tareas prioritarias para cada ciclo.	Se ordenó el desarrollo desde la base hasta la integración.
Daily adaptado	Scrum	Seguimiento frecuente de avances y bloqueos.	Se identificaron errores técnicos y necesidades de rediseño.

Evento	Aplicación en el proyecto	Resultado obtenido
Sprint Review	Revisión de funcionalidades ejecutadas en dispositivo.	Se validó cámara, navegación, historial y PDF.
Sprint Retrospective	Análisis de qué mejorar en la siguiente iteración.	Se redujo saturación visual y se mejoró la orientación al agricultor.

4.4.15. Implementación de funcionalidades

La implementación se enfocó en construir un módulo funcional y demostrable. La interfaz principal permite al agricultor acceder a la revisión de planta y al historial de escaneos. La pantalla de escaneo integra la cámara, la superposición visual y el flujo de análisis. El historial permite conservar revisiones, mientras que el expediente PDF funciona como respaldo técnico. Cada funcionalidad fue desarrollada con el objetivo de mantener una experiencia clara y evitar que el usuario vea información interna de los módulos que no necesita operar.

Tabla 36: Funcionalidades implementadas

Funcionalidad	Descripción implementada	Estado
Pantalla principal	Interfaz inicial con accesos a revisión e historial.	Implementada
Cámara	Vista previa y captura de imagen real de la planta.	Implementada
Flujo AR	Estados de adquisición, análisis y resultado visual.	Implementado
Nodos visuales	Elementos informativos superpuestos sobre la vista de cámara.	Implementados
Historial	Registro local de escaneos realizados.	Implementado
PDF	Generación de expediente técnico con resultado.	Implementado
Reinicio de revisión	Limpieza de estado visual para comenzar un nuevo análisis.	Implementado
Integración IA	Estructura lista para recibir resultados externos.	Preparada

4.4.16. Pruebas del componente desarrollado

Las pruebas aplicadas al módulo combinaron revisión funcional, pruebas de caja blanca y pruebas de integración de caja gris. La prueba de caja blanca permitió revisar caminos internos del flujo de escaneo, condiciones de permisos, cambios de estado y generación de

resultados. Por su parte, la caja gris permitió validar la interacción del módulo con recursos externos como cámara, almacenamiento local, generación de PDF y puntos de conexión con módulos complementarios.

Tabla 37: Pruebas aplicadas al módulo

ID	Tipo de prueba	Técnica	Objetivo	Resultado esperado
PR-01	Caja blanca	Prueba de caminos	Revisar el funcionamiento de la aplicación desde el inicio hasta los resultados.	La aplicación funciona bien en cada paso.
PR-02	Caja blanca	Prueba de condiciones	Probar qué pasa cuando el usuario acepta o rechaza el permiso de la cámara.	Responde correctamente en ambos casos.
PR-03	Caja blanca	Cobertura básica	Revisar las funciones principales de la aplicación.	La aplicación funciona correctamente.
PR-04	Caja gris	Integración	Unir la cámara con el historial y comprobar que funcionen juntos.	La imagen se guarda y aparece en el historial.
PR-05	Caja gris	Integración	Generar un reporte en PDF con los resultados de la revisión.	El reporte se genera correctamente.
PR-06	Funcional	Caso de uso	Realizar una revisión completa de la planta.	El agricultor completa la revisión sin problemas.

Durante las pruebas se detectaron situaciones propias del desarrollo móvil, como errores de permisos, problemas al abrir documentos PDF, saturación visual en la pantalla de escaneo y necesidad de mejorar la navegación de regreso a la pantalla principal. Estas observaciones permitieron corregir el módulo y orientar la experiencia hacia un diseño más estable, limpio y adecuado al agricultor.

4.4.17. Sprint Review e incremento final

La revisión final del sprint permitió confirmar que el módulo cumple con el flujo principal propuesto: ingresar a la aplicación, iniciar una revisión, observar la planta con cámara, visualizar información aumentada, obtener resultados, guardar historial y generar expediente. Aunque la integración definitiva con modelos de IA reales depende del avance de otros módulos, la interfaz queda preparada para recibir dichos resultados y presentarlos de forma comprensible.

Tabla 38: Incremento final y entregables

Entregable		Descripción	Estado final
Aplicación base	móvil	Proyecto Flutter estructurado por módulos.	Completado
Módulo de interfaz AR		Pantallas y widgets para revisión visual.	Completado
Flujo de escaneo		Captura, análisis simulado y resultado.	Completado
Historial local		Consulta de revisiones guardadas.	Completado
Expediente PDF		Documento técnico de respaldo.	Completado
Hooks de integración		Puntos preparados para IA, administración y servicios externos.	Completado a nivel de interfaz
Documentación técnica		Descripción metodológica y funcional del módulo.	Completado

4.4.18. Consideraciones finales del capítulo

El desarrollo del módulo de interfaz AR permitió materializar una propuesta tecnológica orientada a mejorar la comprensión técnica del agricultor frente a información relacionada con el estado del cultivo de plátano. El aporte principal no se encuentra en el entrenamiento de los modelos de IA, sino en la forma en que los resultados pueden ser presentados mediante una experiencia visual clara, ordenada y vinculada con la imagen real de la planta. Esta característica es fundamental porque el valor de un sistema agrícola no depende únicamente de detectar información, sino de comunicarla de manera útil para quien toma decisiones en campo.

A partir de la aplicación de Scrum, el módulo evolucionó en incrementos verificables hasta alcanzar una versión funcional. Se construyó una arquitectura modular, se implementó cámara, flujo de escaneo, superposición visual, historial, generación de expediente y puntos de integración. Además, se realizaron ajustes de diseño para reducir la sobrecarga técnica y fortalecer la orientación hacia agricultores del cantón El Carmen. Con ello, el capítulo evidencia que la propuesta es viable, funcional y coherente con los objetivos de la investigación.

CAPÍTULO V

5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

5.1.Introducción

Para evaluar el funcionamiento y la comprensión del módulo de interfaz, se realizó una prueba práctica con 10 estudiantes seleccionados de los 40 participantes de la muestra. Los participantes interactuaron con la aplicación y realizaron las actividades propuestas para comprobar la facilidad de navegación, el funcionamiento de los recursos de realidad aumentada y la comprensión de la información técnica presentada. A partir de esta evaluación se registraron los resultados y observaciones obtenidos durante el uso del prototipo.

Las pruebas se desarrollaron utilizando dispositivos móviles con sistema operativo Android, en los cuales los participantes interactuaron con las principales funcionalidades del módulo. Durante la evaluación se verificó el reconocimiento del marcador, la carga del contenido tridimensional y la interpretación de la información presentada en la interfaz, siguiendo un procedimiento uniforme para todos los participantes.

Los resultados obtenidos permitieron determinar el nivel de comprensión alcanzado por los usuarios durante la utilización del módulo, así como comprobar que la interfaz desarrollada constituye una herramienta adecuada para apoyar la interpretación de información técnica mediante recursos de realidad aumentada.

5.2. Validación técnica y funcional del producto

5.2.1. Estructuración del proceso evaluativo

Tabla 39: Estructuración del proceso evaluativo.

Criterio	Procedimiento de validación	Desempeño esperado
Comprensión de la información técnica	Se observó la interacción de los participantes durante el uso del módulo de realidad aumentada. Cada usuario realizó el escaneo del marcador, visualizó el modelo tridimensional y consultó la información presentada sobre el cultivo de plátano. Posteriormente, se verificó la comprensión de la información presentada mediante la observación del desempeño de los participantes durante la actividad.	Comprender correctamente la información técnica presentada mediante realidad aumentada, identificando las características observadas y las recomendaciones mostradas por la aplicación.

5.2.2. Ejecución de la evaluación

5.2.2.1. Proceso de revisión mediante realidad aumentada

Para desarrollar la evaluación, todos los participantes realizaron el mismo procedimiento utilizando la aplicación móvil. Durante la actividad se observó la interacción con el módulo de realidad aumentada desde el acceso a la interfaz hasta la interpretación de la información técnica presentada.

Tabla 40: Procedimiento de utilización del módulo de realidad aumentada.

Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4
El participante inicia la aplicación y accede al módulo de realidad aumentada desde la pantalla principal.	Mediante la cámara del dispositivo realiza el escaneo del marcador para activar el contenido de realidad aumentada.	La aplicación muestra el modelo tridimensional junto con la información sobre el estado de la planta.	El participante observa el modelo y revisa la información que aparece en la pantalla para comprender el estado de la planta y las recomendaciones mostradas por la aplicación.

5.2.2.2. Resultados de la evaluación

Una vez que los participantes terminaron de utilizar el módulo de realidad aumentada, se registraron los resultados obtenidos a partir de la observación directa de cómo realizaron cada una de las actividades. La evaluación permitió identificar el nivel de comprensión alcanzado respecto al contenido presentado por la aplicación.

Tabla 41: Resultados de la evaluación de la comprensión de la información técnica.

Participante	Perfil	Comprensión técnica (0-3)	Navegación (0-2)	Claridad visual (0-2)	Autonomía (0-2)	Tiempo de uso	Puntaje /9	Observación
P1	Estudiante de Agropecuaria	3	2	2	2	4 min 10 s	9	Comprendió la información y completó el flujo sin ayuda.
P2	Estudiante de Agropecuaria	3	2	2	2	4 min 25 s	9	Interpretó correctamente los indicadores visuales.
P3	Estudiante de Agropecuaria	3	2	2	2	4 min 05 s	9	Relacionó el resultado con el estado de la planta.
P4	Estudiante de Agropecuaria	2	2	2	2	4 min 50 s	8	Comprendió el resultado, aunque revisó dos veces la indicación.
P5	Estudiante de Agropecuaria	3	2	1	2	4 min 35 s	8	Entendió la recomendación, pero sugirió mayor contraste visual.
P6	Estudiante de Agropecuaria	3	2	2	1	5 min 20 s	8	Necesitó orientación inicial para iniciar el escaneo.
P7	Estudiante de Agropecuaria	2	2	2	2	4 min 45 s	8	Comprendió la información general y navegó sin dificultad.
P8	Estudiante de Agropecuaria	3	1	2	2	5 min 15 s	8	Presentó una duda menor al regresar al historial.
P9	Estudiante de Agropecuaria	1	1	1	1	6 min 40 s	4	Se confundió con un indicador y requirió acompañamiento.
P10	Estudiante de Agropecuaria	3	2	2	2	4 min 30 s	9	Validó que la información era clara para apoyo en campo.

5.3. Análisis de impacto y resultados obtenidos

Los resultados de la evaluación permitieron observar que el módulo de realidad aumentada ayudó a presentar la información técnica del cultivo de plátano de una forma más clara y fácil de entender. De los diez participantes evaluados, nueve alcanzaron puntajes entre 8 y 9 sobre 10, lo que representa un desempeño favorable del 90 %. Este resultado muestra que la mayoría pudo comprender la información presentada, navegar por la interfaz y completar el proceso de revisión sin mayores dificultades, lo cual evidencia que el diseño visual del módulo aportó positivamente a la comprensión del usuario.

Durante la observación también se identificó que los participantes pudieron realizar las acciones principales del módulo, como iniciar la revisión, utilizar la cámara, observar los elementos visuales, interpretar el resultado y relacionarlo con el estado de la planta. Las métricas de comprensión técnica, navegación, claridad visual y autonomía permitieron analizar con mayor profundidad el uso de la aplicación, ya que no solo se valoró si el usuario entendía el resultado final, sino también cómo interactuaba con la interfaz. En este sentido, los agricultores lograron comprender los mensajes principales, mientras que los estudiantes de Agropecuaria y el participante con perfil técnico relacionaron la información con conocimientos previos sobre el cultivo.

Aunque los resultados fueron positivos, también se evidenció que uno de los participantes presentó dificultad para interpretar un indicador visual y necesitó acompañamiento durante el proceso. Este caso permitió reconocer que todavía se pueden mejorar algunos aspectos de la interfaz, como hacer más claras las instrucciones iniciales, reforzar ciertos elementos visuales y utilizar un lenguaje todavía más cercano al agricultor. Aun así, los resultados generales demostraron que el módulo cumplió con su objetivo, ya que facilitó la comprensión de información técnica mediante una experiencia visual, interactiva y adecuada para apoyar la revisión del cultivo de plátano.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El diseño y desarrollo de la interfaz de usuario basada en una arquitectura semiótico-interactiva permitió integrar recursos de realidad aumentada para presentar de forma clara y comprensible información sobre plagas, hongos y estado fitosanitario del cultivo de plátano. La propuesta se orientó al contexto agrícola del cantón El Carmen, incorporando elementos que facilitaron la presentación y organización de la información técnica dentro de la aplicación.

La revisión bibliográfica permitió conocer los principales aspectos relacionados con las interfaces móviles, la realidad aumentada, la arquitectura semiótico-interactiva y la comprensión de información técnica en aplicaciones agrícolas. Esta revisión sirvió como base para orientar el diseño y desarrollo del módulo, tomando en cuenta elementos que permitieran presentar la información de una manera clara, sencilla y fácil de comprender para el usuario.

El análisis de los resultados de la encuesta permitió identificar que una de las principales dificultades de las aplicaciones móviles dirigidas al sector agrícola es la forma en que presentan la información, ya que muchas veces resulta difícil de entender por el uso de términos técnicos o por la manera en que está organizada. Esto permitió reconocer la necesidad de presentar la información de una forma más sencilla y fácil de comprender para responder mejor a las necesidades identificadas.

Para el diseño de la interfaz se utilizaron íconos, botones, colores, tipografías y textos organizados de manera clara para que la aplicación fuera más fácil de usar. Esta distribución permitió presentar la información de forma ordenada, ayudando al usuario a encontrar lo que necesitaba y a entender con mayor facilidad los resultados mostrados por la aplicación.

El prototipo desarrollado incorporó realidad aumentada como recurso para presentar información relacionada con problemas presentes en las plantas de plátano durante la revisión del cultivo, permitiendo mostrar de manera visual los resultados obtenidos. Además, la realidad aumentada y las explicaciones sencillas permitieron presentar la información de manera más clara durante la evaluación realizada.

La evaluación realizada mostró que la interfaz facilitó la navegación y favoreció la comprensión de la información presentada mediante realidad aumentada, ya que nueve de los diez participantes comprendieron correctamente lo mostrado por la aplicación, alcanzando un 90 % de resultados favorables. Estos resultados evidencian un comportamiento positivo del prototipo durante la evaluación y muestran su potencial para facilitar la comprensión de información técnica relacionada con el cultivo de plátano.

6.2. Recomendaciones

A los desarrolladores responsables de la aplicación, dar continuidad al proceso de mejora de la interfaz, manteniendo una organización clara de los elementos visuales y una presentación sencilla de la información técnica. Se recomienda considerar las dificultades de comprensión identificadas durante el estudio para realizar ajustes en los íconos, botones, colores, tipografías y distribución de los contenidos, de manera que la interacción con la aplicación continúe siendo accesible para los usuarios del contexto agrícola.

A los agricultores, considerar la aplicación como un recurso de apoyo durante la revisión del cultivo de plátano, especialmente para consultar información relacionada con plagas, enfermedades y estado fitosanitario de las plantas. El uso de la realidad aumentada y de explicaciones presentadas de forma sencilla puede complementar la observación directa del cultivo y facilitar la comprensión de la información técnica durante estas actividades.

Para futuras investigaciones, realizar una validación posterior de la aplicación con productores de plátano del cantón El Carmen y de otras zonas productoras, considerando diferentes condiciones de uso y niveles de experiencia en el manejo del cultivo. Esto permitirá obtener nuevas evidencias sobre la comprensión de la información presentada mediante la interfaz y la realidad aumentada, así como identificar posibles mejoras que contribuyan a fortalecer la utilidad de la aplicación en situaciones reales del contexto agrícola.

REFERENCIAS

- Alcaraz, R. (2024). Integración de la optimización de la experiencia de búsqueda (SXO), la usabilidad, la arquitectura de la información y la accesibilidad web. *Ibersid: Revista De Sistemas De información Y documentación*, 18(1), 37–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.54886/ibersid.v18i1.4966>
- Arjona, J. (2022). La experiencia de usuario (UX) como marco conceptual para la evaluación y el diseño de sistemas de comunicación e interacción en el ámbito de la salud. *Revista Española de Comunicación en Salud*, 13(2), 125-127. <https://doi.org/https://doi.org/10.20318/recs.2022.7377>
- Avila, J., & Quito, C. (2024). *Taxonomía orientada a la interacción humano computador (HCI) en sistemas auto-adaptativos*. Universidad de Cuenca.
- Barroso, Y., Trujillo, Y., & Millet, Y. (2021). Marco de trabajo de evaluación de experiencia de usuario en el desarrollo de software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas. Editorial Ediciones Futuro*, 15(3), 92-117. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/3783/378369292006/>
- Cobarrubias, N., Rodríguez, H., & Zaldívar, X. (2023). Diseño centrado en el usuario: Interacción Hombre-Computadora. *ReDITS*, 6(2), 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.61530/redtis.2022.6.6.124.7>
- Codina, L.s., & Morales, A. (2021). Soluciones de arquitectura de la información en plataformas digitales editoriales: revisión comparativa de Taylor and Francis Online, SAGE Journals, PLOS One, MDPI y Open Research Europe. *Anuario ThinkEPI*, 15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3145/thinkepi.2021.e15e01>
- Espinoza, W., & León, A. (2025). Desarrollo de una aplicación móvil para la gestión de la información de fincas agrícolas del GAD de Puéllaro. *Revista Científica Kosmos*, 4(1), 5-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.62943/rck.v4n1.2025.145>

- Flores, J., & Riofrío, L. (2021). *Desarrollo de una app móvil en android para la comercialización de productos agrícolas de las Comunidades campesinas del Ecuador*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Gamboa, J. (2024). *Semiótica e interacción humana en plataformas digitales*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.
- González, N., & Victoria, R. (2021). Evolución y semiótica de las interfaces gráficas digitales. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 15(38), 66-73.
<https://doi.org/https://doi.org/10.36677/legado.v15i28.14266>
- Gutiérrez, J., Caro, L., & González, S. (2024). Evaluación de la Experiencia de Usuario en los Sistemas de Información de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 8783-8797.
https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10207
- Hernández, E., & Beltrán, C. (2022). SCRUM, Un enfoque práctico de metodología ágil para la ingeniería de software. *Tecnología Investigación y Academia*, 8(2), 61–73.
<https://doi.org/https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/15702>
- Lectong, M., & Morales, J. (2025). Diseño Basado en el Usuario en Aplicaciones Web. *Informática y Sistemas*, 9(2), 140–151.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33936/isrtic.v9i2.7535>
- Lerma, H. (2022). *Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto (6.ª ed.)*. Ecoe Ediciones S.A.S. <https://doi.org/https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2022/07/Metodologia-de-la-investigacion-ebook.pdf>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>

- Moreno, K. (2025). *Publicación: Desarrollo de una aplicación móvil basada en Realidad Aumentada para el refuerzo académico de expresiones algebraicas básicas en estudiantes de Noveno EGB de la ciudad de Quito*. Universidad Central del Ecuador.
- Palacio, D., Zulueta, F. D., Diez, R., & Giménez, J. (2021). La usabilidad como problema de comunicación. *Revista Latina De Comunicación Social*(79), 135–150.
<https://doi.org/https://doi.org/10.4185/RLCS-2021-1492>
- Pérez, M. (2023). Diseño web y UX/UI. *Convicciones*, 10(20), 167-180.
<https://doi.org/https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/convicciones/article/view/1650/1133>
- Ramírez, M., & Lugo, J. (2020). Revisión sistemática de métodos mixtos en el marco de la innovación educativa. *Revista Comunicar*(65), 9-20.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3916/C65-2020-01>
- Reales, L., Robalino, G., Peñafiel, A., Cárdenas, J., & Cantuña, P. (2022). El Muestreo Intencional No Probabilístico como herramienta de la investigación científica en carreras de Ciencias de la Salud. *Universidad Y Sociedad*, 14(S5), 681–691.
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3338>
- Rodríguez, A., & Fernández, A. (2024). Estudio de un caso exploratorio sobre influencias cruzadas entre Interacción Humano-Computadora y Artes Interactivas. *Instituto Tecnológico Metropolitano*, 27(60), 1-24.
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/3442/344277854001/>
- Romero, H., Real, J., Ordoñez, J., Gavino, G., & Saldarriaga, G. (2022). *Metodología de la Investigación*. ACVENISPROH Académico.
<https://doi.org/https://doi.org/10.47606/ACVEN/ACLIB0017>
- Salazar, C. (2021). *Población, muestra y muestreo*. Universidad San Marcos (Costa Rica).
<https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/2634/LEC%20MET%200020%202021.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

- Sarmiento, W., Sturm, C., & Collazos, C. (2024). Desafíos en la Interacción Humano-Computador desde una mirada retrospectiva: Una reflexión global con énfasis en Latinoamérica. *Instituto Tecnológico Metropolitano*, 27(60).
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/3442/344277854012/html/>
- Simbaña, E. (2022). *Aplicación de realidad aumentada aplicada al proceso de gestión de ventas del vivero el Patateño*. Repositorio Digital Uniandes.
- Soto, A. (2025). Dimensión subjetiva de los informantes como actores sociales en la investigación cualitativa. Algunas evidencias. *Revista Ethos*, 16(1), 192–209.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.14933832>
- Tarrillo, O., Mejía, J., Dávila, J., Pintado, C., Tapia, C., Chilón, W., & Velez, S. (2024). *Metodología de la investigación: Una mirada global*. Ciencia Latina .
https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cli_w1078
- Villegas, Á., Álvarez, F., & Rodríguez, E. (2025). Modelo para la evaluación objetiva de interfaces mediante el análisis de los patrones de atención visual obtenidos con eye-tracking. *Perspectivas*, 7(1), 88–97.
<https://doi.org/https://doi.org/10.47187/perspectivas.7.1.236>

ANEXOS

Anexo A: Asignación de Tutor.

30/7/26, 15:12

Correo: ALCIVAR MELENDRES ROYERS WASHINGTON - Outlook



DPGA | Titulación | Periodo 2025-2 - Notificación de tutor asignado - SOFTWARE 2024 - NS - (EL CARMEN)

Desde NOTIFICACIONES TITULACION <notificaciones.titulacion@uleam.edu.ec>

Fecha Mié 13/08/2025 10:00

Para LOPEZ RODRIGUEZ CARLOS VINICIO <vinicio.lopez@uleam.edu.ec>

CC ALCIVAR MELENDRES ROYERS WASHINGTON <e1317485652@live.uleam.edu.ec>; REASCOS PINCHAO RAUL SAED <raul.reascos@uleam.edu.ec>



Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Periodo 2025-2 - Notificación de tutor asignado - SOFTWARE 2024 - NS - (EL CARMEN)

Estimad@
Docente y Estudiante
Uleam

En cumplimiento de lo establecido en la Ley, el Reglamento de Régimen Académico y las disposiciones estatutarias de la Uleam, por medio de la presente se oficializa la dirección y tutoría en el desarrollo del Trabajo de Integración curricular / Trabajo de Titulación del siguiente estudiante:

Tema: APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN ARQUITECTURA SEMIÓTICO-INTERACTIVA PARA LA COMPRENSIÓN TÉCNICA DEL USUARIO EN LOS CULTIVOS DE PLÁTANO DEL CANTÓN EL CARMEN.

Estado de aprobación: Aprobado

Tipo de titulación: Trabajo de Integración Curricular

Tipo de proyecto: Trabajo de Integración Curricular / Trabajo de titulación se articula con proyectos y programas de Investigación.

Apellidos y nombres del tutor asignado: LOPEZ RODRIGUEZ CARLOS VINICIO

Apellidos y nombres del estudiante: ALCIVAR MELENDRES ROYERS WASHINGTON

Carrera: SOFTWARE 2024 - NS - (EL CARMEN)

Anexo B: Reporte del sistema antiplagio.



Certificado de análisis
Compilatio Magister+ | ULEAM-ECU

ALCÍVAR MELENDRES ROYERS rev

ID : 7dc33abff16412654920a2a6c21a8fab6b4ce1af



8%

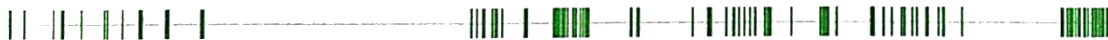
Textos sospechosos

Nombre del fichero : ALCÍVAR MELENDRES ROYERS rev.txt
Tamaño del archivo original : 2,85 MB
Número de palabras : 21.978

Depositante : CARLOS VINICIO LOPEZ RODRIGUEZ
Fecha de depósito : 1 de agosto de 2026
Tipo de carga : Interface
Fecha de fin de análisis : 1 de agosto de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

2%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

5%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos

2%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.

Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Textos entre comillas

1%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

Fuentes de similitudes (sección 2/2)



Similitudes

2%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	Trabajo de titulación García - Fase Diseño Final #716cf5 Viene de de mi grupo	<1%	
2	Asahel Artículo COMPILATO #0025e9 Viene de de mi grupo	<1%	
3	doi.org doi.org/https://doi.org/10.54886/bersid.v18i1.4966	<1%	
4	doi.org doi.org/https://doi.org/10.35622/inudi.b.080	<1%	
5	doi.org doi.org/https://doi.org/10.20318/recs.2022.7377	<1%	
6	thinkpi.scimagoepl.com thinkpi.scimagoepl.com/index.php/ThinkEPI/article/view/89414	<1%	
7	ciencialatina.org ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/10207	<1%	
8	DESARROLLO DE UN SIMULADOR INTERACTIVO PARA LA... repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/9605	<1%	

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas)

N°	Descripciones
1	https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/3783/378369292006/
2	https://doi.org/https://doi.org/10.61530/redtis.2022.6.6.124.7
3	https://doi.org/https://doi.org/10.3145/thinkepi.2021.e15e01
4	https://doi.org/https://doi.org/10.62943/rck.v4n1.2025.145
5	https://doi.org/https://doi.org/10.36677/legado.v15i28.14266
6	https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10207
7	https://doi.org/https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/15702
8	https://doi.org/https://doi.org/10.33936/isrtic.v9i2.7535
9	https://doi.org/https://www.ecoedediciones.com/wp-content/uploads/2022/07/Metodologia-de-la-investiga...

Escaneado con CamScanner

N°		Descripciones
10		https://doi.org/https://doi.org/10.4185/RLCS-2021-1492
11		https://doi.org/https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/convicciones/article/view/1650/1133
12		https://doi.org/https://doi.org/10.3916/C65-2020-01
13		https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3338
14		https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/3442/344277854001/
15		https://doi.org/https://doi.org/10.47606/ACVEN/ACLIB0017
16		https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/3442/344277854012/html/
17		https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.14933832
18		https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cli_w1078



Anexo C: Fotografías.

Ilustración 17: Entrevista al docente de Agropecuaria.



Ilustración 18: Aplicación de la encuesta a los estudiantes de Agropecuaria.



Ilustración 19: Desarrollo de las pruebas de funcionalidad de la aplicación (Participante 3)

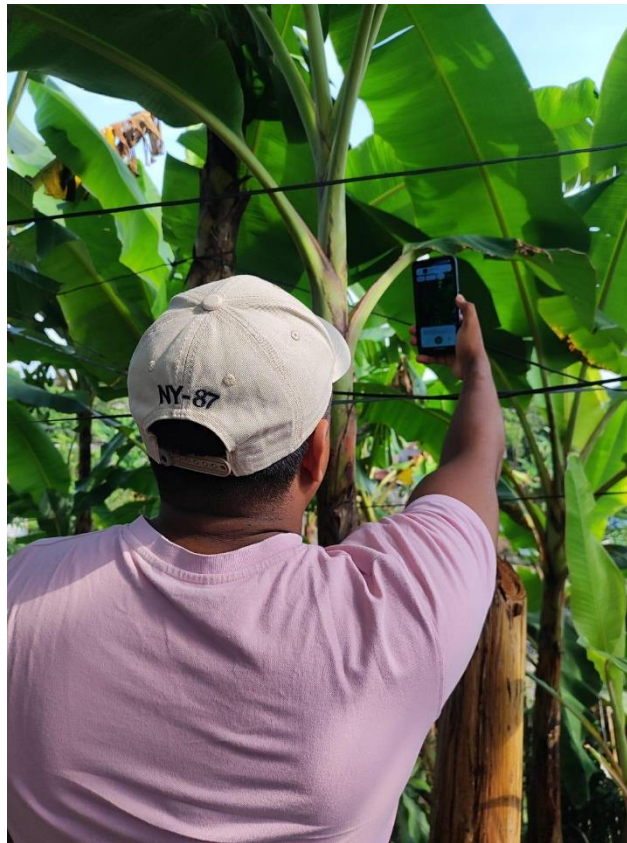


Ilustración 20: Desarrollo de las pruebas de funcionalidad de la aplicación (Participante 5)



Ilustración 21: Desarrollo de las pruebas de funcionalidad de la aplicación (Participante 8)



Ilustración 22: Desarrollo de las pruebas de funcionalidad de la aplicación (Participante 10)



Anexo D: Evidencia de los instrumentos de investigación utilizados.

Ilustración 23: Instrumento de entrevista aplicado al docente de la carrera de Agropecuaria.

	GUÍA DE ENTREVISTA DIRIGIDA AL DOCENTE DE LA CARRERA DE AGROPECUARIA DE LA ULEAM EXTENSIÓN EL CARMEN	Página 1 de 2
Objetivo de la entrevista: Recopilar la opinión profesional del docente de la carrera de Agropecuaria sobre las dificultades que enfrentan los agricultores para comprender información técnica relacionada con el manejo de los cultivos de plátano y los aspectos que deben considerarse en el diseño de una aplicación móvil como herramienta de apoyo.		
1. Desde su experiencia profesional, ¿cuáles son las principales dificultades que presentan los agricultores al momento de comprender información técnica relacionada con el manejo y cuidado de los cultivos de plátano? _____ _____ 2. ¿Qué problemas considera que generan estas dificultades de comprensión en la identificación de plagas, enfermedades o necesidades nutricionales del cultivo? _____ _____ 3. ¿Cómo valora el uso de aplicaciones móviles como herramienta de apoyo para fortalecer el acceso y comprensión de información técnica por parte de los productores agrícolas? _____ _____ 4. ¿Qué tipo de información considera indispensable que una aplicación móvil proporcione a los agricultores para facilitar la toma de decisiones en el manejo de los cultivos de plátano? _____ _____ 5. ¿De qué manera considera que elementos visuales e interactivos, como imágenes, íconos, colores o realidad aumentada, podrían contribuir a mejorar la comprensión técnica de los agricultores durante sus actividades productivas? _____ _____		

Ilustración 24: Instrumento de entrevista aplicado al docente del área de Ingeniería.

	GUÍA DE ENTREVISTA DIRIGIDA AL DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE DE LA ULEAM EXTENSIÓN EL CARMEN	Página 2 de 2
Objetivo de la entrevista: Recopilar la opinión profesional del docente de la carrera de Ingeniería de Software sobre los aspectos que deben considerarse en el diseño de una aplicación móvil con una interfaz clara, intuitiva y apoyada en recursos visuales, orientada a facilitar la comprensión de información técnica por parte de los agricultores.		
1. Desde su experiencia, ¿cuáles son las principales dificultades que deben considerarse al diseñar una aplicación móvil dirigida a usuarios con poca experiencia en el uso de herramientas tecnológicas? _____ _____ 2. ¿Qué criterios considera indispensables para que una interfaz presente información técnica de forma clara, intuitiva y fácil de comprender? _____ _____ 3. ¿Cómo considera que la incorporación de recursos visuales y tecnologías como la realidad aumentada puede mejorar la interacción y la comprensión de la información dentro de una aplicación móvil? _____ _____ 4. Desde su experiencia, ¿qué aspectos deberían evaluarse para determinar si una interfaz realmente facilita la comprensión del usuario durante su interacción con la aplicación? _____ _____ 5. ¿Qué recomendaciones realizaría para el diseño de una aplicación móvil orientada a apoyar a los agricultores en la interpretación de información relacionada con el estado de sus cultivos? _____ _____		

Ilustración 25: Formulario de la encuesta en Google Forms.

11.- ¿La forma visual de mostrar la información ayudaría a mejorar su trabajo agrícola? *

☐ Muy de acuerdo

☐ De acuerdo

☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo

☐ En desacuerdo

☐ Muy en desacuerdo

12.- ¿El uso de colores ayudaría a identificar si el cultivo está en buen o mal estado? *

☐ Muy de acuerdo

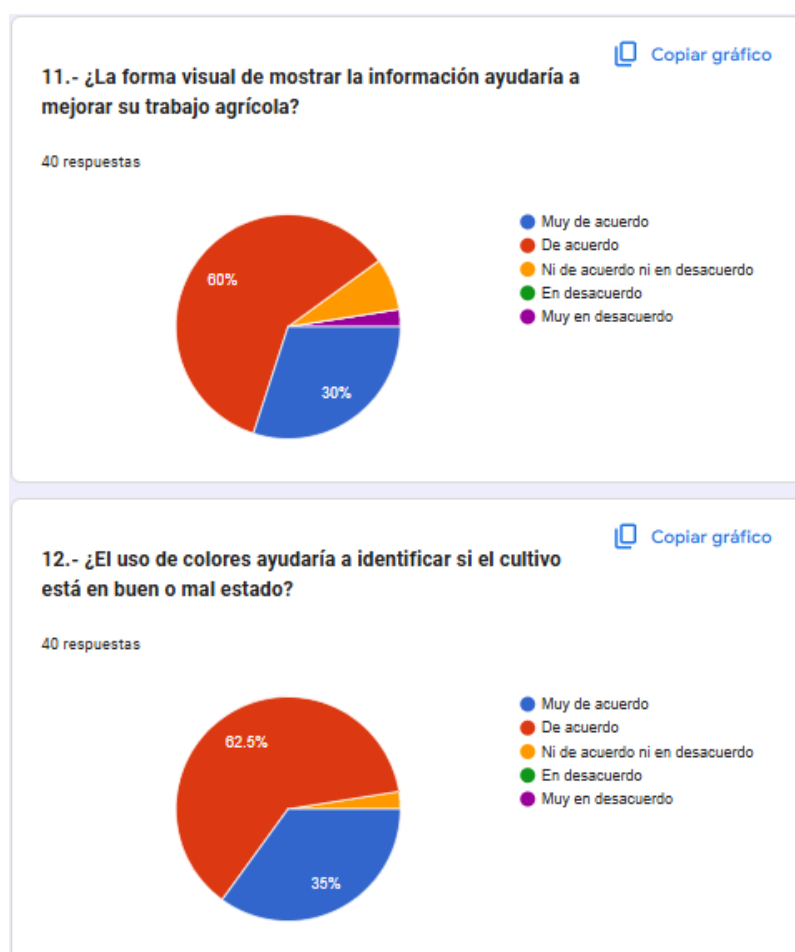
☐ De acuerdo

☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo

☐ En desacuerdo

☐ Muy en desacuerdo

Ilustración 26: Respuestas obtenidas mediante la encuesta en Google Forms.



GLOSARIO

Accesibilidad: Característica de un sistema que permite que diferentes tipos de usuarios puedan utilizarlo de manera sencilla, independientemente de su experiencia o habilidades tecnológicas.

Agricultura de precisión: Modelo de gestión agrícola que utiliza tecnologías digitales para recopilar y analizar información con el fin de optimizar el manejo de los cultivos.

Aplicación móvil: Software diseñado para ejecutarse en dispositivos móviles con el propósito de ofrecer servicios o resolver necesidades específicas de los usuarios.

Arquitectura de la información: Organización y estructuración de los contenidos de una aplicación para facilitar su acceso, comprensión y navegación.

Arquitectura semiótico-interactiva: Enfoque de diseño que organiza elementos visuales, simbólicos e interactivos para presentar la información de forma clara y favorecer la comprensión del usuario.

Base de datos: Conjunto organizado de información almacenada digitalmente para su consulta, actualización y gestión.

Chatbot: Programa que mantiene conversaciones con el usuario para responder preguntas o brindar información de manera automática.

Comprensión técnica: Capacidad del usuario para interpretar correctamente información especializada y utilizarla durante la toma de decisiones.

Cultivo de plátano: Actividad agrícola orientada a la producción de plátano mediante prácticas de manejo, monitoreo y control fitosanitario.

Dart: Lenguaje de programación utilizado para desarrollar aplicaciones mediante el framework Flutter.

Diseño centrado en el usuario: Metodología de diseño que prioriza las necesidades, características y expectativas de los usuarios durante el desarrollo de un sistema.

Enfermedad fitosanitaria: Alteración que afecta la salud de las plantas y disminuye su desarrollo o productividad.

Experiencia de usuario (UX): Conjunto de percepciones y sensaciones que experimenta una persona al interactuar con un sistema digital.

Flutter: Framework de desarrollo utilizado para crear aplicaciones móviles multiplataforma a partir de un único código fuente.

Google Forms: Herramienta en línea utilizada para crear formularios y recopilar respuestas mediante encuestas.

Historial de escaneos: Registro almacenado por la aplicación que conserva las revisiones realizadas anteriormente sobre el cultivo.

Ícono: Representación gráfica que identifica una función, acción o elemento dentro de una interfaz.

Inteligencia artificial (IA): Tecnología que permite a los sistemas analizar información, reconocer patrones y generar respuestas o recomendaciones automatizadas.

Interacción humano-computadora (IHC): Disciplina que estudia la comunicación entre las personas y los sistemas informáticos para mejorar su uso.

Interfaz de usuario (UI): Conjunto de elementos gráficos e interactivos mediante los cuales el usuario utiliza una aplicación.

Monitoreo del cultivo: Proceso de observación y seguimiento continuo del estado de las plantas para detectar problemas y tomar decisiones oportunas.

Moko bacteriano: Enfermedad bacteriana que afecta el cultivo de plátano y provoca pérdidas importantes en la producción.

PDF: Formato de documento digital que permite compartir información conservando su diseño original.

Permisos de cámara: Autorizaciones que solicita una aplicación para acceder a la cámara del dispositivo móvil.

Plaga: Organismo que ocasiona daños en un cultivo y afecta su crecimiento o producción.

Prototipo funcional: Versión operativa de una aplicación que permite comprobar el funcionamiento de sus principales características.

Realidad aumentada (RA): Tecnología que incorpora elementos virtuales sobre la imagen del entorno real captada por la cámara de un dispositivo.

Recursos interactivos: Componentes que permiten al usuario interactuar con la aplicación, como botones, menús y controles.

Recursos visuales: Elementos gráficos como imágenes, colores, íconos y tipografías que facilitan la interpretación de la información.

Riverpod: Gestor de estado utilizado en Flutter para controlar y administrar la información que utiliza una aplicación.

Scrum: Metodología ágil para el desarrollo de software basada en ciclos cortos de trabajo y mejora continua.

Sigatoka negra: Enfermedad causada por un hongo que afecta las hojas del cultivo de plátano y reduce su productividad.

Sprint: Ciclo corto de trabajo dentro de la metodología Scrum en el que se desarrolla un conjunto de funcionalidades del software.

SQLite: Sistema de gestión de bases de datos ligero utilizado para almacenar información localmente en dispositivos móviles.

TensorFlow Lite: Herramienta utilizada para ejecutar modelos de inteligencia artificial en dispositivos móviles.

Usabilidad: Facilidad con la que una persona puede aprender, comprender y utilizar una aplicación de manera eficiente.

Variable dependiente: En esta investigación, corresponde a la comprensión técnica del usuario respecto a la información presentada por la aplicación.

Variable independiente: En esta investigación, corresponde a la aplicación móvil basada en una arquitectura semiótico-interactiva con realidad aumentada.