

**Implementación de una aplicación móvil para la optimización de cultivos de
Anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java municipio de Viotá
Cundinamarca.**

Julio Cesar Martínez Torres

Proyecto aplicado para optar por el título de

Ingeniero de Sistemas

Directora

Arellys De Jesús Correa Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

2024

Resumen

Este proyecto se centra en mejorar la producción de anturio en la Vereda de Java, municipio de Viotá, Cundinamarca, Colombia, mediante una aplicación móvil apoyada en tecnología IoT. En una región donde la agricultura predomina, la floricultura ha surgido como una alternativa para diversificar y fortalecer la economía local. Sin embargo, los pequeños floricultores enfrentan desafíos debido al uso de métodos empíricos y la falta de acceso a tecnologías avanzadas, resultando en productos de baja calidad y poca competitividad. La solución propuesta implementa una aplicación móvil que utiliza sensores IoT para monitorear el pH y la humedad del suelo, mejorando la precisión en el cultivo de anturio. El desarrollo del prototipo demostró la viabilidad técnica de esta solución, integrando Firebase para el back-end y Flutter para el front-end, asegurando seguridad, accesibilidad y una experiencia de usuario mejorada. Las pruebas de caja negra validaron la funcionalidad y eficacia de la aplicación, preparando el terreno para su implementación efectiva y para contribuir a la eficiencia operativa y sostenibilidad económica de los floricultores locales.

Palabras claves: Anturio; Aplicación Móvil; IoT; Sensores; Firebase

Abstract

This project focuses on improving anthurium production in Vereda de Java, municipality of Viotá, Cundinamarca, Colombia, through a mobile application supported by IoT technology. In a region where agriculture predominates, floriculture has emerged as an alternative to diversify and strengthen the local economy. However, small flower growers face challenges due to the use of empirical methods and lack of access to advanced technologies, resulting in low quality and uncompetitive products. The proposed solution implements a mobile application that uses IoT sensors to monitor soil pH and humidity, improving precision in anthurium cultivation. The development of the prototype demonstrated the technical feasibility of this solution, integrating Firebase for the back-end and Flutter for the front-end, ensuring security, accessibility and an improved user experience. The black box tests validated the functionality and effectiveness of the application, preparing the ground for its effective implementation and to contribute to the operational efficiency and economic sustainability of local flower growers.

Keywords: Anthurium; Mobile app; IoT; Sensors; firebase

Tabla de contenido

Introducción	11
Planteamiento del problema	14
Formulación del problema	16
Justificación	17
Objetivos	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos.....	20
Marco referencial.....	21
Marco conceptual	21
Marco teórico.....	34
Estado de arte	45
Diseño Metodológico	51
Fases metodológicas	52
Análisis del proceso de producción de anturio para los pequeños floricultores de la vereda java municipio de Viotá	54
Ficha técnica de la encuesta.....	54
Análisis estadístico de los datos.....	55
Producción se semillas	65
Sobre las condiciones climatológicas del municipio de Viotá Cundinamarca.	70
Análisis del suelo del cultivo del pequeño productor Ovidio Espitia	70
Análisis del suelo del cultivo del pequeño productor Daniel Castaño	71
Análisis del suelo del cultivo del pequeño productor Lino Martínez.....	75
Análisis del suelo del cultivo del pequeño productor Alejandro Muñoz	77
Identificación de requerimientos de la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca	80
Levantamiento de requisitos funcionales y no funcionales.....	80
Requisitos Funcionales.....	80
Requisitos No funcionales.....	84
Tablas de casos de uso	89
Diagramas de casos de uso	90
Diseño de la arquitectura de la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.....	95

Vista de Procesos - Diagrama de actividades	95
Modelo de datos	96
Vista Lógica Diagrama de clases.....	97
Arquitectura seleccionada	99
Diagrama de arquitectura	99
Diagrama de arquitectura de módulos de sistema.....	100
Diseño de interfaces.....	103
Desarrollo de la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.....	116
Evaluación de la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.....	157
Pruebas de caja negra	157
Prueba de usuario	165
Resultados	172
Conclusiones	175
Recomendaciones	177
Referencias Bibliográficas	178
Apéndice.....	181
Descripción.....	182
Requerimientos.....	182
Instalación	182
Uso de la aplicación AgroApp.....	183
Datos de acceso a la aplicación.	183
Registro de usuario por primera vez.....	184
Navegación por la aplicación AgroApp	186
Inicio	186
Finca.....	187
Cultivo.....	189
Bluetooth.....	192
Modificar perfil	193

Lista de figuras

Figura 1	Arquitectura tres capas	26
Figura 2	Arquitectura de cinco capas	27
Figura 3	Arquitectura ESP32.....	28
Figura 4	Metodología Kanban.....	52
Figura 5	Grafica pregunta uno, cuestionario pequeños floricultores.....	55
Figura 6	Grafica pregunta dos, cuestionario pequeños floricultores	56
Figura 7	Grafica pregunta tres, cuestionario pequeños floricultores.....	56
Figura 8	Grafica pregunta cuatro, cuestionario pequeños floricultores.....	57
Figura 9	Grafica pregunta cinco, cuestionario pequeños floricultores	57
Figura 10	Grafica pregunta seis, cuestionario pequeños floricultores.....	58
Figura 11	Grafica pregunta siete, cuestionario pequeños floricultores	59
Figura 12	Grafica pregunta ocho, cuestionario pequeños floricultores.....	59
Figura 13	Grafica pregunta nueve, cuestionario pequeños floricultores	60
Figura 14	Grafica pregunta diez, cuestionario pequeños floricultores	60
Figura 15	Grafica pregunta once, cuestionario pequeños floricultores	61
Figura 16	Grafica pregunta doce, cuestionario pequeños floricultores	62
Figura 17	Grafica pregunta trece, cuestionario pequeños floricultores.....	62
Figura 18	Grafica pregunta catorce cuestionarios pequeños floricultores	63
Figura 19	Grafica pregunta quince, cuestionarios pequeños floricultores	64
Figura 20	Grafica pregunta dieciséis cuestionarios pequeños floricultores	64
Figura 21	Recolección de semillas	66
Figura 22	Semillas por tallo	67
Figura 23	Asociación de cultivos	68
Figura 24	Siembra de cultivo.....	68
Figura 25	Estado cultivo de floricultor uno (1).....	71
Figura 26	Estado Cultivo floricultor dos (2)	72
Figura 27	Material orgánico floricultor dos (2).....	72
Figura 28	Siembra por floricultor dos (2).....	73
Figura 29	Plantación floricultor dos (2)	74
Figura 30	Podredumbre tallo y hoja	74
Figura 31	Estado cultivo floricultor tres (3)	75
Figura 32	Flor imperfecta.....	76
Figura 33	Obtención de semillas por floricultor tres (3)	76
Figura 34	Estado cultivo floricultor cuatro (4).....	77
Figura 35	Estado de cultivo floricultor cinco (5)	78
Figura 36	Sombra presente en el cultivo	78
Figura 37	Efectos del sol en la plantación de anturio.....	79
Figura 38	Requisito funcional 001	80
Figura 39	Requisito funcional 002	81
Figura 40	Requisito funcional 003	81

Figura 41	Requisito funcional 004	82
Figura 42	Requisito funcional 005	82
Figura 43	Requisito funcional 006	83
Figura 44	Requisito funcional 007	83
Figura 45	Requisito funcional 008	84
Figura 46	Requisito no funcional 001	84
Figura 47	Requisito no funcional 002	85
Figura 48	Requisito no funcional 003	85
Figura 49	Requisito no funcional 004	86
Figura 50	Requisito no funcional 005	86
Figura 51	Requisito no funcional 006	87
Figura 52	Requisito no funcional 007	87
Figura 53	Requisito no funcional 008	88
Figura 54	Caso de uso ingreso a la aplicación.....	90
Figura 55	Caso de uso elección de opciones en la aplicación.	91
Figura 56	Diagrama de actividades	96
Figura 57	Modelo entidad relación.....	97
Figura 58	Diagrama de actividades	98
Figura 59	Diagrama de arquitectura	100
Figura 60	Diagrama de arquitectura de módulos del sistema.....	102
Figura 61	Modelo de interfaz de registro de usuario.....	103
Figura 62	Modelo de interfaz de inicio de sesión.....	104
Figura 63	Modelo de interfaz de creación nueva finca	105
Figura 64	Modelo de interfaz de ver fincas	106
Figura 65	Modelo de interfaz de ingreso a cultivos	107
Figura 66	Modelo de interfaz de elegir cultivo	108
Figura 67	Modelo de interfaz de tareas cultivos.....	109
Figura 68	Modelo de interfaz de ingreso de datos.....	110
Figura 69	Modelo de interfaz de diagnósticos y recomendaciones.....	111
Figura 70	Modelo de interfaz de recomendaciones de cuidado	112
Figura 71	Modelo de interfaz de tareas	113
Figura 72	Modelo de interfaz de lista de enfermedades y plagas.....	114
Figura 73	Modelo de interfaz de salir.....	115
Figura 74	Desarrollo desde el front end de login	119
Figura 75	Diseño interfaz login	120
Figura 76	Crear cuenta desde el front end.....	121
Figura 77	Usuarios desde el back end	122
Figura 78	Interfaz login	123
Figura 79	Mensaje de verificación	124
Figura 80	Comprobación desde Firebase	125
Figura 81	Comprobación de correo electrónico	125
Figura 82	Vinculo de verificación	126

Figura 83	Conexión firebase	126
Figura 84	Reglas de conexión	127
Figura 85	Desarrollo de navegación de la aplicación.....	127
Figura 86	Menú de navegación opción perfil para la aplicación.....	128
Figura 87	Perfil de usuario visto desde el back end	128
Figura 88	Apariencia final de la interfaz de información de perfil de usuario.....	129
Figura 89	Desarrollo de la edición de perfil desde el front end	129
Figura 90	Apariencia final de la interfaz de modificación de perfil.....	130
Figura 91	Menú de navegación opción inicio para la aplicación	130
Figura 92	Desarrollo del inicio de sesión en la aplicación	131
Figura 93	Conexión información de recomendaciones	132
Figura 94	Apariencia final de la lista de recomendaciones	132
Figura 95	Apariencia final del acceso al manual de usuario	133
Figura 96	Menú de navegación opción finca para la aplicación	133
Figura 97	Desarrollo del CRUD para la interfaz finca.....	134
Figura 98	Desarrollo de la interfaz de datos finca.....	135
Figura 99	Apariencia final de la interfaz de datos de la finca	135
Figura 100	Apariencia final de la interfaz de la lista de fincas	136
Figura 101	Menú de navegación opción cultivo para la aplicación	136
Figura 102	Desarrollo del CRUD para la interfaz cultivo.....	137
Figura 103	CRUD Cultivo Back end.....	138
Figura 104	Apariencia final de la Interfaz de cultivos	138
Figura 105	Apariencia final de la interfaz de Ingresar información de cultivo.....	139
Figura 106	Apariencia final de la interfaz de listado e información de cultivos.....	140
Figura 107	Modificación de cultivos.....	140
Figura 108	Consultar clima	141
Figura 109	Interfaz clima front end.....	141
Figura 110	Conexión API Clima.....	142
Figura 111	Visualización temperatura.....	142
Figura 112	Navegación hacia consulta de síntomas.....	143
Figura 113	Consultas y recomendaciones front end.....	143
Figura 114	Consultas Back end.....	144
Figura 115	Consulta basada en síntomas.....	144
Figura 116	Navegación hacia el gestor de tareas	145
Figura 117	CRUD gestión de notas	145
Figura 118	Gestión de tareas	146
Figura 119	Listar y eliminar tareas.....	146
Figura 120	Figura 85 Menú de navegación opción conexión Bluetooth para la aplicación	147
Figura 121	Conexión IoT desde el front end.....	147
Figura 122	BLE Back end	148
Figura 123	Interfaz de conexión de dispositivos IoT	148

Figura 124	Aceptar permisos de uso de Bluetooth.....	149
Figura 125	Dispositivos Bluetooth disponibles.....	150
Figura 126	Dispositivos Bluetooth recientes.....	150
Figura 127	Implementación con Arduino.....	152
Figura 128	Placa para Arduino ESP32.....	153
Figura 129	Conexión Higrómetro	155
Figura 130	Conexión sensor PH.....	156
Figura 131	Prueba de creación de cuenta de usuario.....	158
Figura 132	Prueba de inicio de sesión.	159
Figura 133	Prueba navegación página de inicio.....	160
Figura 134	Prueba de CRUD interfaz finca.....	161
Figura 135	Prueba de conexión a dispositivos IoT	162
Figura 136	Prueba de CRUD interfaz cultivo	163
Figura 137	Muestras	166
Figura 138	Listado de cultivos	171

Lista de tablas

Tabla 1 Casos de Uso	89
Tabla 2 Toma de muestras cultivo 1.....	167
Tabla 3 Toma de muestras cultivo 2.....	167
Tabla 4 Toma de muestras cultivo 3.....	168
Tabla 5 Toma de muestras cultivo 4.....	169
Tabla 6 Toma de muestras cultivo 5.....	170

Introducción

El presente trabajo toma como temática principal la producción de flores de anturio en la vereda Java del municipio de Viotá Cundinamarca teniendo como problemática principal las desventajas que supone el no contar con herramientas tecnológicas para optimizar dichos procesos lo cual causa mayormente la pérdida o baja calidad del producto que conlleva a baja rentabilidad para los floricultores que incursionan en este tipo de cultivo.

Esta problemática se analiza con el estudio de cinco (5) floricultores quienes mediante una encuesta se encuentra que en su gran mayoría no cuentan con conocimientos técnicos sobre este tipo de cultivo, razón por la cual sus procesos de producción se basan en métodos empíricos poco eficaces en la aplicación para el tratamiento de problemas derivados principalmente de factores relacionados con el suelo.

El desarrollo de este trabajo se realizó encaminado a brindar una herramienta tecnológica que sirva como soporte para brindar la ayuda en cuanto a información y orientación para la mejora en los procesos de producción de flor de anturio mediante fuentes de información y haciendo uso de herramientas IoT para brindar mayor precisión en los resultados. Así mismo el aporte sobre el estudio de las condiciones de la población del campo en cuanto al emprendimiento y las nuevas alternativas rentables y como estas se ven limitadas por la brecha tecnológica existente incrementada por el desconocimiento y el poco acceso a la información.

Con el fin de conocer las principales causas del desconocimiento de procesos rentables y efectivos para aplicar al cultivo de anturio, se aplicó una encuesta a cinco

cultivadores de la vereda Java en el municipio de Viotá Cundinamarca, centrándose en definir que el tipo de cultivo y el nivel de conocimientos técnicos y tecnológicos para aplicar las herramientas IoT y acceso a la información encaminado a la mejora de procesos de producción de flor de anturio.

Al llevar a cabo la encuesta la obtener la información que permita estructurar las necesidades de los cultivadores de flor de anturio, los principales obstáculos encontrados fueron el acceso al área de cultivos de cada uno de los encuestados y las limitaciones técnicas.

Una vez recolectada la información se definen los siguientes objetivos para el desarrollo del actual proyecto:

Implementar una aplicación móvil para optimizar el proceso de producción de anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Analizar el proceso de producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Identificar los requisitos necesarios para la optimización del proceso de producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Diseñar la arquitectura de una aplicación móvil para la producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Desarrollar la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Evaluar la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Lo anterior establece las siguientes fases para la investigación.

Capítulo 7 se realiza la validación de la necesidad de la implementación de una aplicación móvil para la optimización de cultivos de anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java, municipio de Viotá, Cundinamarca aplicando una encuesta a cinco cultivadores de flor de anturio.

Capítulo 8 se identificarán los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios para el desarrollo de la aplicación móvil basados en el estándar IEEE 830 para requisitos de software.

Capítulo 9 se presentará el diseño de la arquitectura de la aplicación, el modelo de interfaces y el modelo de datos enfocado en metodologías ágiles.

Capítulo 10 se desarrollará el prototipo de la aplicación utilizando un lenguaje de programación Dart, el SDK Flutter para el front-end de la aplicación y herramientas como firebase, Apis para la medición datos meteorológicos en el Back-end.

Capítulo 11 se realizará pruebas de caja negra para evaluar la funcionalidad de la aplicación.

Capítulo 12 se presentarán los resultados de cada uno de los objetivos planteados para el desarrollo del presente trabajo.

Capítulo 13 una vez finalizado el trabajo se realizará una conclusión por cada uno de los objetivos propuestos en el proyecto.

Planteamiento del problema

Colombia es uno de los países donde se comercializa más flores en el mundo, en 2019 la exportación de flores representó un 7% del Producto Interno Bruto (PIB), siendo uno de los sectores que más promete a nivel de exportación, esto debido a la variedad y a que cuenta con grandes productores establecidos en el mercado tanto nacional como internacional, posicionándose con productos de calidad que son una muestra de unos procesos de producción y ambientes ideales para el cultivo de flores, esto conlleva a que se maneje un estándar de calidad muy alto, lo que obliga a los productores a manejar unos procesos de producción cuidadosos y técnicos para lograr la calidad esperada (Pinzón Muñoz et al., 2022)

Viotá es un municipio perteneciente a la provincia del Tequendama departamento de Cundinamarca Colombia, cuenta con 13.073 habitantes lo que hace que tenga una densidad poblacional de 62.9 hab./km², la superficie total del municipio es de 20.800 hectáreas o 208 km² (Sánchez & Cárdenas, 2020) Algunos datos extra de localización: Latitud: 4.433, Longitud: -74.517, Latitud: 4° 25' 59" Norte, Longitud: 74° 31' 1" Oeste, su clima generalmente es cálido al estar a 697 metros sobre el nivel del mar, cuenta con 32 veredas distribuidas a lo largo de su territorio. La economía del municipio está orientado principalmente a la agricultura y la ganadería.

En la Vereda de Java y veredas aledañas sus habitantes se dedican principalmente a la producción de café, mora, entre otros, sin embargo, desde hace unos años han incursionado en la floricultura, principalmente con los cultivos de anturio, esto debido a la necesidad de explorar nuevos mercados que favorezcan su economía, y teniendo en cuenta

el porcentaje de ganancia que puede llegar a dejar el cultivo de dicha flor.

Sin embargo, se puede observar a simple vista, que la forma de cultivarla es rudimentaria, debido a que aplican procesos empíricos o aprendidos en el cultivo de otra clase de plantas, desconociendo buenas prácticas y métodos adecuados en la producción de anturios, si bien, ese método es efectivo, no lo es al 100% debido a las plagas y enfermedades que requieren otro tipo de tratamiento, a esto se suman factores externos que afectan el desarrollo ideal de la planta, produciendo una flor que no cumple con los requisitos mínimos de calidad.

Todo esto conlleva a un producto de baja calidad y poca competitividad en el mercado nacional, generando sobrecostos principalmente por las pérdidas de flores de baja calidad, y un precio de venta para los intermediarios también muy bajo para evitar la pérdida total del producto, impidiendo a los pequeños cultivadores afianzarse en el sector, y que el negocio deje de ser rentable.

Dado lo anterior, el principal problema con el cultivo de anturio para los nuevos y pequeños floricultores, es el desconocimiento en los procesos adecuados para optimizar la calidad del producto final, ya que ellos no cuentan con recursos para invertir en expertos que brinden una asesoría adecuada sobre las correctas prácticas en todo el proceso de producción, ya que hay que considerar la existencias de diversos factores que influyen en el desarrollo y producción de anturio, como el clima, el suelo, las enfermedades, y las plagas.

Este proyecto ofrece una solución apoyada en las Tecnologías de Información y Comunicación TICS como herramienta para apoyar a los pequeños floricultores de la

vereda Java del municipio de Viotá Cundinamarca en la optimización del proceso de producción de Anturio, a través de una aplicación móvil.

Formulación del problema

¿Cómo implementar una aplicación móvil para optimizar el proceso de producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca?

Justificación

Los pequeños floricultores de la Vereda Java, en el municipio de Viotá, Cundinamarca, emplean actualmente procesos empíricos para la producción de anturios. Aunque estos métodos ayudan a controlar ciertas plagas y permiten obtener productos comercializables, no brindan un control integral sobre todos los factores que afectan la producción. Esto genera pérdidas y obliga a vender a bajo costo, afectando significativamente la economía de los cultivadores.

En respuesta a esta problemática, se propone desarrollar una aplicación móvil que permita a los floricultores mejorar sus procesos de producción mediante una herramienta de precisión que monitoree factores ambientales, como el pH y la humedad del suelo. La aplicación también ofrecerá acceso a una base de datos con información sobre buenas prácticas agrícolas y métodos eficientes, adaptados específicamente al cultivo de anturios. Los usuarios podrán consultar recomendaciones personalizadas según factores como la etapa del proceso, el clima y el tipo de flor. Esta herramienta, ideal para la sistematización de procesos en floricultura, permitirá el monitoreo en tiempo real de condiciones del suelo a través de sensores conectados a un microcontrolador ESP32 que transmite datos mediante Bluetooth Low Energy (BLE).

Estudios del DANE en zonas rurales muestran que los campesinos prefieren el uso de celulares sobre computadoras (Acuña Hernández, K. G., 2021), lo cual hace que una aplicación móvil sea más práctica y accesible para esta población.

Se espera que con este proyecto de obtengan las siguientes ventajas para los pequeños floricultores de anturio en la Vereda Java, entre ellas:

Mejora en la calidad del producto: Al monitorear factores críticos como la humedad y el pH del suelo, los floricultores pueden ajustar sus prácticas de cultivo para mejorar la salud de las plantas y la calidad de las flores, haciéndolas más competitivas en el mercado.

Reducción de pérdidas y aumento de rentabilidad: Al implementar prácticas precisas y basadas en datos, se pueden evitar errores comunes que llevan a pérdidas de cosechas, mejorando así la eficiencia operativa y reduciendo los costos asociados con productos de baja calidad.

Accesibilidad y facilidad de uso: esta aplicación móvil será accesible desde dispositivos que los floricultores ya tienen y usan habitualmente, facilitando su adopción sin necesidad de adquirir equipos adicionales costosos.

Nuevo conocimiento técnico: La aplicación proporcionará a los floricultores acceso a información y recomendaciones basadas en buenas prácticas agrícolas, contribuyendo de esta manera a su formación y al desarrollo de competencias técnicas sin necesidad de una asesoría externa costosa.

Automatización y precisión en el monitoreo: Con la integración de sensores IoT, la aplicación monitoreará en tiempo real y precisión los factores ambientales, minimizando el margen de error de los métodos empíricos y permitiendo una toma de decisiones más informada.

Contribución a la sostenibilidad: Al optimizar los recursos (como agua y fertilizantes) y aplicar prácticas más sostenibles, el proyecto ayuda a minimizar el impacto ambiental de los cultivos y a preservar el suelo y los recursos de la región, por lo que este proyecto se relaciona directamente con el ODS 12: Producción y consumo responsables:

Contribución a la competitividad de pequeños productores: Esta aplicación permitirá competir en el mercado con productos de mejor calidad y mayor valor agregado, fortaleciendo su posición en el sector y ayudando a mejorar sus ingresos y calidad de vida.

Objetivos

Objetivo general

Implementar una aplicación móvil para optimizar el proceso de producción de anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Objetivos específicos

Analizar el proceso de producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Identificar los requisitos necesarios para la optimización del proceso de producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Diseñar la arquitectura de una aplicación móvil para la producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Desarrollar la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Evaluar la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio para los pequeños floricultores en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.

Marco referencial

En este capítulo se presenta la fundamentación teórica, sustentada en un análisis detallado de conceptos y definiciones derivadas de estudios previos sobre los procesos agrícolas implementados mediante herramientas de IoT. Esta revisión toma como referencia investigaciones tanto a nivel nacional como internacional. Además, se examina en profundidad el cultivo de la flor de anturio, principal recurso de los habitantes de la vereda Java, en el municipio de Viotá, Cundinamarca, sobre el cual se centra este estudio.

Marco conceptual

Agricultura

La agricultura es el arte y la ciencia de cultivar el suelo, de producir vegetales y de la crianza de ganado con la integración de los recursos naturales junto con insumos para la producción, utilizando maquinaria para la agricultura y personas (Dunn, 1989). La gran mayoría de los sectores de pequeños agricultores en Colombia implementan la agricultura tradicional, es decir los sistemas de uso de los suelos desarrollados a través de muchos años aplicando técnicas de experimentación empírica basándose principalmente en técnicas agrícolas las cuales son un acumulado de conocimientos que se pasan de generación en generación influenciada principalmente por la cultura local en la cual se da (Remmers, 1990)

Anturio

El anturio es originario de Colombia, su nombre científico es *Anturio andreanum* y fue descubierta en los años 1900, aunque no se tiene una certeza sobre quien la descubrió.

Esta planta se cultiva en países cuyo clima es tropical, aunque los países productores son principalmente, Estados Unidos, Holanda e islas del Caribe (Olvera Sánchez, 2017)

Su morfología: Está compuesta por una raíz fibrosa cilíndrica con una consistencia carnosa, de poca profundidad y de raíces adventicias; el tallo llega a crecer hasta 1.5 metros y por lo general produce entre tres y ocho hojas por año dependiendo del ambiente entre otros factores; esta planta posee unas hojas grandes, enteras aovadas y cordiformes. Las flores de los anturio se agrupan en una inflorescencia en forma de espádice, la cual es producida durante todo el año por la planta acortándose o alargándose cada intervalo de producción según las condiciones climáticas del ambiente (Olvera Sánchez, 2017)

Plagas y enfermedades que pueden afectar al anturio

Enfermedades

Antracnosis: Es una enfermedad causada por un hongo llamado *colletrotichum* gloesporioides el cual se manifiesta de dos formas en la planta, cuando hay exceso de humedad en la planta, este produce manchas de tono oscuro sus hojas, cuando por el contrario el ambiente en el cual se encuentra la planta es seco, se producirán manchas de color marrón húmedas en el borde de la hoja de la planta(Pato Folgoso Antonio et al., 2023)

Podredumbre radicular: Esta enfermedad se produce por dos tipos de hongos *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp los cuales producen en la planta coloraciones amarillas en el borde de las hojas lo cual hace que estas se deterioren a un ritmo acelerado a pesar de que el centro permanezca intacto, en las raíces se manifiestan de color grisáceo transformándose en un color marrón hasta que finalmente afectan todo el sistema radicular de la planta. Esta clase de enfermedad se manifiesta principalmente en aquellas plantas que no son cultivadas

en los terrenos óptimos para su desarrollo, bien sea entornos demasiado húmedos o secos (Pato Folgoso Antonio et al., 2023).

Septoria: Es otra enfermedad causada por un hongo, esta vez el causante es un hongo llamado *Septoria anthurii* el cual como en los casos anteriores producen una serie de manchas en la planta, estas son de color gris con un centro muerto de color marrón y sus bordes son amarillos.

Xanthomonas campestris pv. dieffenbachiae: Esa vez se trata de una enfermedad causada por una bacteria al igual que en los casos que serán mencionados a continuación.

Como los casos anteriores, es importante estar atento a los síntomas que presentara la planta, como las manchas en el borde de las hojas y las espatas, donde se manifiestan pequeñas manchas de tonalidad oscura, translucidas o de color amarillas en sus primeras apariciones hasta luego tomar una tonalidad marrón y color amarillo en los bordes, al unirse todas estas pequeñas manchas, forman una gran zona en las hojas con tejido necrótico que puede afectar la totalidad de la hoja. Luego de afectar los tallos, poco a poco puede ir afectando toda la planta hasta producir la muerte de esta.

Como medida para prevenir esta enfermedad, al regar la planta se debe evitar mojar las hojas y las flores, evitar abonos nitrogenados o a base de amoniacal, retirar toda planta que se vea afectada por esta enfermedad.

Pseudomonas Spp: para identificar esta enfermedad se debe prestar especial atención en el color de los nervios la cual es de color negro con filos amarillos.

Problemas que se pueden presentar por condiciones ambientales u otros factores

Daños causados por el frío: Estos daños se manifiestan en los tallos y se producen cuando la temperatura es inferior a 12°C (Pato Folgoso Antonio et al., 2023).

Diferencia de potasio: Esta diferencia de potasio se puede manifestar cuando el cultivo aun es joven y se caracteriza principalmente por un color más claro en la planta y un crecimiento lento. Por eso es importante mantener los niveles óptimos de potasio en los primeros 4 meses de vida de la planta.

Atascamiento de la flor: Se da principalmente por la sequedad del ambiente, la flor queda atascada en una hoja más joven.

Plagas que pueden afectar al anturio

Mosca blanca: *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaco* son el nombre científico de esta plaga, produce decoloraciones en la planta y flor, así como hongos, se puede controlar de una forma biológica con *Eretmocerus mundus* y *Eretmocerus eremicus* y *Encarsia formosa*.

Ácaros: Es atacada por el acaro llamado *Tetranychus urticae*, *Polyphagotarsonemus latus*, puede hacer que se caiga la hoja de la planta, cuando es muy fuerte la plaga de ácaros, puede afectar la flor con coloraciones marrones, además de las telarañas en la planta que puede dar lugar a la defoliación de la planta. Se puede controlar químicamente con abamectina, dicofol, clofentezin, fembutestan, aunque su alternativa biológica es la *Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus persimilis*.

Agricultura de precisión – definición

La agricultura de precisión se basa en el concepto de aplicar siempre la cantidad adecuada de insumos en el momento adecuado y en el lugar exacto. Esto se logra mediante el uso de la tecnología de la información con la cual se adecua el suelo del cultivo de acuerdo con la variabilidad del lote.

Con el uso de posicionamiento global GPS y otra serie de herramientas aplicadas en la obtención de datos del cultivo, permite el óptimo manejo en grandes extensiones (E. García & Flego, 2008)

Internet de las cosas (IoT)

Internet de las cosas tiene como objetivo la representación y presencia de todas las cosas en internet, mediante nuevas aplicaciones hacer que las comunicaciones de maquina y maquina (M2M) permitan las comunicaciones entre las cosas e internet (Mouha, 2021). En palabras más simples, permite la interconexión de dispositivos informáticos integrados en objetos de uso cotidiano mediante internet para proporcionar la comunicación de datos.

Arquitectura IoT

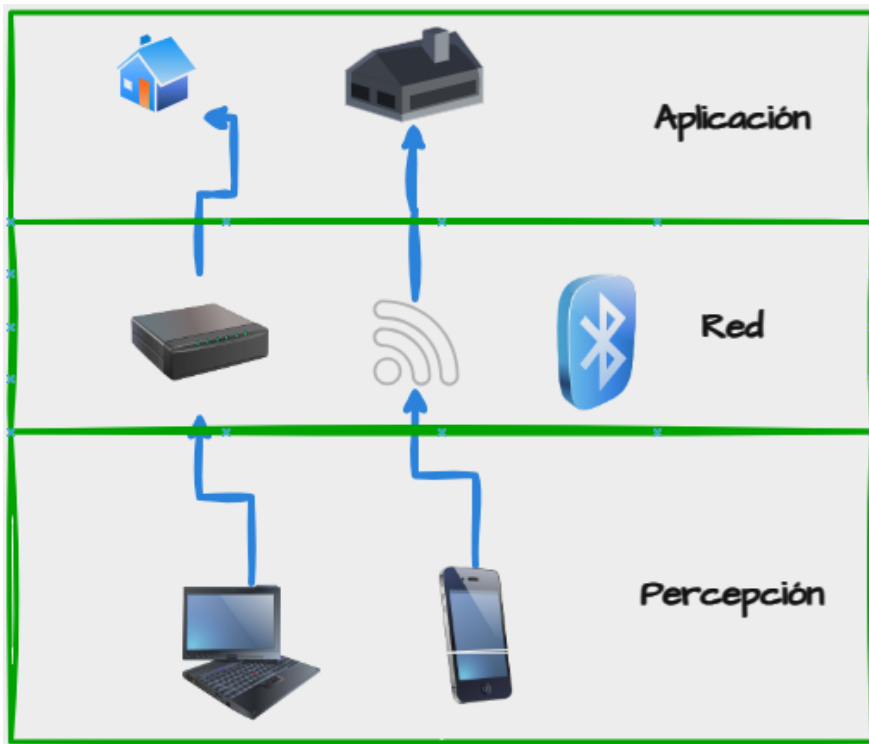
La implementación de IoT depende principalmente del tipo de arquitectura, siendo manejado un concepto de 3 y 5 capas.

Arquitectura de 3 capas: esta arquitectura está compuesta de la capa de percepción o capa física donde se encuentran los sensores o detectores los cuales recopilan la información del medio en el cual son utilizados. La capa de red en la conexión entre los objetos inteligentes redes y servidores trasmitiendo y procesando los datos recolectados gracias a los sensores.

Por último, la capa de aplicación es la encargada de facilitar los servicios de la aplicación al usuario(Mouha, 2021).

Figura 1

Arquitectura tres capas



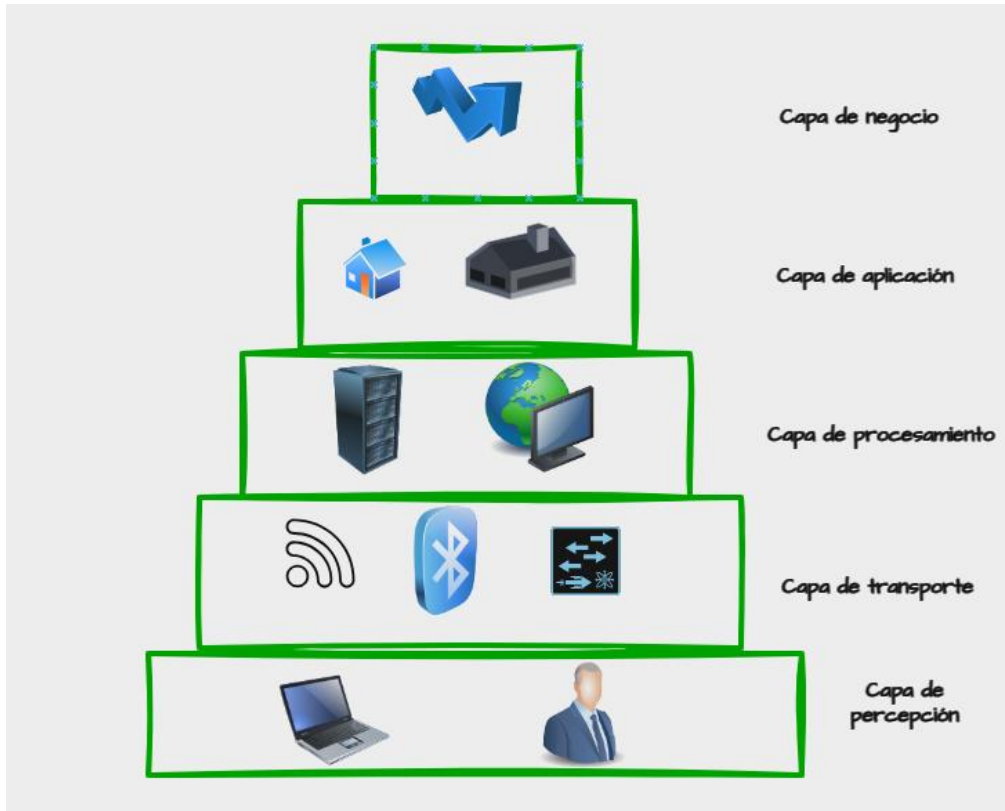
Fuente: Autoría Propia

Arquitectura de 5 capas: Esta diseñada para definir el funcionamiento y desarrollo completo de dispositivos IoT, razón por la cual se incluyen 5 capas, donde las capas percepción y aplicación no cambian su función, adicional se incluye la capa de procesamiento que se encarga de procesar los datos obtenidos de la capa de red para la toma de decisiones basadas en resultados de la computación ubicua. La siguiente capa incluida en esta arquitectura es la capa de transporte la cual transfiere datos entre la capa de percepción y la capa de procesamiento utilizando redes inalámbricas en las cuales se encuentran Bluetooth,

LAN, 3G, entre otras. Por último, se incluye la capa empresarial la cual se encarga de visualizar la información y las estadísticas obtenidas en la capa de aplicación.

Figura 2

Arquitectura de cinco capas



Fuente: Autoría Propia

Arduino

Arduino es una plataforma que incorpora tanto hardware como software basado en una placa con un microcontrolador además de un entorno de desarrollo, esta plataforma fue creada con el fin de facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Este es una plataforma de hardware Open Source.

Con el microcontrolador, Arduino permite la programación utilizando un lenguaje de alto nivel, la placa posee una serie de entradas y salidas tanto analógicas como digitales para facilitar la conexión de una serie de sensores u otras placas.

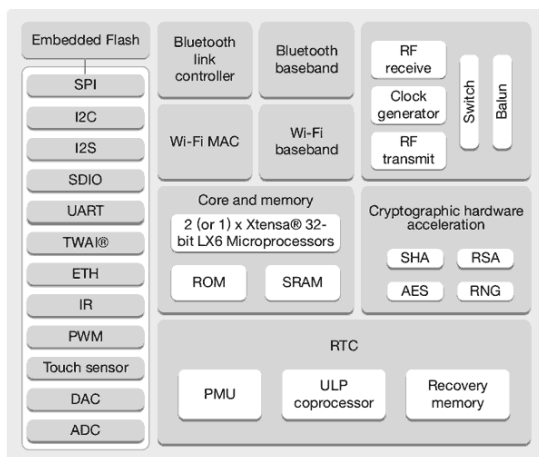
Microcontrolador ESP32

El microcontrolador ESP32 fabricado por la empresa Espressif System, es un microcontrolador que incluye la posibilidad de conexión vía WIFI y BLUETOOTH, ideal para la interfaz de conexión con dispositivos móviles (Espressif Systems, s. f.).

Incluye un microprocesador de 32 bits, seguridad criptográfica por hardware, procesador para modo bajo consumo y unas interfaces periféricas I2C, SPI, CAN, PWM (Espressif Systems, s. f.).

Figura 3

Arquitectura ESP32



Fuente: De Espressif Systems [Imagen], (2024). ESP32 Series Datasheet 2.4 GHz Wi-Fi + Bluetooth® + Bluetooth LE SoC Including

Sensores para mejorar el control de procesos productivos

Con el fin de recalcar la importancia de la aplicación de la tecnología en la agricultura moderna, este documento resalta el crecimiento poblacional, los retos para el campo en materia de producción, competitividad y calidad además de la reducción en los costes de producción con la ayuda de herramientas tecnológicas para mejorar estos procesos como el uso de sensores los cuales se resumen a continuación.

Sensores de temperatura: este tipo de sensor se utiliza para conocer la temperatura en el ambiente y en el suelo con el cual se puede hacer una estimación más precisa sobre la absorción de nutrientes en la planta (TrackitAgro, s/f).

Sensores de conductividad eléctrica: Estos sensores miden la salinidad en el agua y en el suelo para controlar que estos estén en los niveles adecuados para llevar un mejor control en los procesos agrícolas (TrackitAgro, s/f).

Sensores PH: El pH es definido científicamente como la cantidad de iones de hidrógeno libres presentes en el suelo, y este es expresado en concepto de acidez, se mide a través de una escala que se encuentra en un rango de 0 a 14, donde se comprenden los suelos ácidos con escala hasta los 6.5, neutro cuando está en 7 y básico o alcalino desde los 7.5 (TrackitAgro, s/f).

Modo de empleo del sensor: Para empleo del sensor de PH, se debe tomar dos muestras de 500 g cada una del terreno donde se desea medir el PH, se debe dejar secar por aproximadamente 48 horas para posteriormente tomar la muestra en agua con una medición de tres veces con cada muestra utilizando el sensor para el PH (TrackitAgro, s/f).

Para la medición del PH del terreno se dispone un sensor para Arduino alimentado por 5.00V con conector BNC, controlador pH 2.0 (3 pines).

Sensor de humedad: Para el presente trabajo se plantea el uso de un Módulo Sensor De Humedad Para Suelos - Higrómetro Arduino, este sensor es una sonda con dos terminales separados, y un módulo YL-38 el cual contiene un CI comparador LM393 SMD, el cual tiene un voltaje de entrada de 3.3 - 5 VCD, un voltaje de salida de 0 ~ 4.2 V, corriente de 35 mA. (TrackitAgro, s/f)

Kanban como metodología para el presente trabajo

Kanban es una metodología orientada al desarrollo ágil y a estimular el rendimiento, la organización y distribución de trabajo, es una metodología caracterizada por identificar los estancamientos que puedan tener lugar en cada proceso del trabajo. Su nombre proviene de una tarjeta visual que proporciona información que regula el flujo de inventario y de materiales (Kanban en japones), esta metodología funciona mediante tres reglas importantes.

- Visualización del flujo de trabajo.
- Limitación del trabajo en proceso (WP).
- Medir el tiempo de entrega, lo que quiere decir medir el tiempo promedio en completar un elemento.

Entorno de desarrollo

Android Studio: Es un IDE para el desarrollo de apps para Android, este guarda cierta similitud con otros entornos de desarrollo permitiendo el entorno para la lógica de

programación como para la interfaz de usuario para la app (Hohensee,2014). Este a su vez incluye un compilador basado en Gradle y este a su vez está basado también en IntelliJ IDEA (entorno integrado desarrollado por JetBrains), este es compatible con C++, NDK y Google Cloud Platform. Por otra parte, Android studio permite el diseño de aplicaciones solo para Google Play y debido a que es un entorno robusto consume una gran cantidad de recursos por lo que si no se tiene un equipo que cumpla los requisitos mínimos, este entorno puede presentar problemas en su ejecución siendo estos requisitos mínimos.

Para Windows

Microsoft Windows 7/8/10 (32-64 bits).

8 GB de RAM

4 GB de espacio en disco duro

Pantalla con resolución mínima de 1280×800 píxeles.

Procesador Intel.

Java 8.

MAC

Mac OS X 10.8.5 o superior.

8 GB de RAM.

4 GB de espacio en disco duro).

Pantalla con resolución mínima de 1280×800 píxeles.

Java 6.

Linux

Ubuntu.

KDE Desktop o GNOME.

Procesador de 64/32 bits.

GNU 2.1 o superior.

8 GB de RAM.

4 GB de espacio en disco duro.

Pantalla con resolución mínima de 1280×800 píxeles.

Java 8.

Procesador Intel.

El entorno Android es ideal para el desarrollo del presente proyecto ya que permite el diseño de un prototipo 100% funcional, gracias a su ejecución de compilaciones y detección de errores, renderizados de layouts en tiempo real posee un emulador para distintos dispositivos móviles o la posibilidad de ejecutar la aplicación directamente desde el teléfono móvil, además que es el entorno oficial de android y el utilizado por los desarrolladores de aplicaciones para Google play.

Lenguaje de programación

Flutter: es un kit de desarrollo de interfaz de usuario de código abierto el cual permite el desarrollo de aplicaciones nativas para móviles web y aplicaciones de escritorio, este utiliza el lenguaje de programación Dart en su entorno de desarrollo.

Dart: Se trata de un lenguaje de programación de código abierto desarrollado por Google como una alternativa a JavaScript, es un lenguaje estructurado y a la vez flexible para programación en la web.

Arquitectura

Arquitectura VMMV (Model View ViewModel): El patrón de modelo se caracteriza por buscar la independencia de la parte visual del proyecto, es decir, fue diseñado para separar la parte visual de la parte lógica del proyecto, de esta forma el aspecto visual es completamente independiente lo que permite que sean abordados múltiples problemas en el desarrollo facilitando los procesos de prueba y mantenimiento del sistema (R. F. García, 2023)

El modelo representa la lógica empresarial y los datos de la aplicación, la vista muestra los datos al usuario y el modelo de vista es un vínculo entre el modelo y la vista lo que permite la actualización inmediata de la vista cuando cambia el modelo (García, 2023)..

Marco teórico

Floricultura en Colombia

El sector floricultor en Colombia es uno de los sectores más que ha cobrado más importancia para la economía del país, esta tiene una gran proyección con un importante crecimiento en los últimos años, esto conlleva un efecto positivo en la economía global por eso es trascendental el fortalecimiento en las actividades de ciencia y tecnología (Reyes Villamizar, Cruz Araujo, & Cáceres Vargas, 2017). La economía en torno a la floricultura en el mundo es liderada por Holanda ya que es el principal exportador del mundo con el 40%, Colombia solo ocupa el segundo lugar con un 17% y se concentran en regiones como: Cundinamarca, Antioquia y el Eje Cafetero (Reyes Villamizar et al., 2017)

Buenas prácticas agrícolas

Las pautas determinadas por el instituto colombiano agropecuario ICA, tienen por objetivo la prevención, vigilancia y control de los riesgos sanitarios, biológicos y químicos que puedan llegar a tener lugar para las especies vegetales con la finalidad de proteger la salud de las personas animales y especies de plantas, mediante la resolución 030021 de 2017 las BPA o buenas prácticas agrícolas como tareas orientadas a la sostenibilidad ambiental social y económica en los procesos productivos y de explotación agrícola para garantizar la calidad e inocuidad en los alimentos y los productos no alimenticios.

Cultivo de anturio en Colombia

A continuación, se presenta una recopilación basada en estudios previos sobre la flor de anturio en Colombia, sus características, su morfología, así como datos referentes al cuidado de la planta basada en la región en la cual de implemente este tipo de cultivo.

El anturio al ser una planta de bosque requiere de las siguientes características ambientales para su óptimo desarrollo.

Temperatura promedio adecuada para el cultivo de anturio entre los 18 y los 24 grados centígrados.

Precipitación promedio anual entre 1.000 y 2.000 mm teniendo dos periodos de lluvia al año y dos periodos secos los cuales generalmente se encuentran en una posición altitudinal entre los 900 y los 2.100 metros sobre el nivel del mar.

Entre un 80% y un 90% de humedad relativa.

Entre 1.800 y 2.000 horas anuales de brillo solar efectivo.

Principalmente se ubica en la zona cafetera de Colombia y cordillera andina.

El suelo ideal para el anturio es el suelo orgánico, ya que al ser una planta epífita y de bosque no parasitaria, vive de la materia orgánica en descomposición, los suelos con gran cantidad de residuos vegetales en descomposición aireados y ácidos (entre 4.5 y 5.5 PH), son los indicados para este tipo de planta.

El sombrío natural para el anturio es el mismo que se utiliza en los cafetales, con sembradíos de planta de higuera, guandul, crotalaria gigante, banano, plátano y guineo, las cuales deben ser sembradas nueve meses antes de realizar la siembra del anturio y con una distancia de 3 a 6 metros. El área del país con los suelos adecuados para la producción del anturio es el bosque húmedo subtropical, es decir la zona cafetera, sin embargo, los cultivos se esparcen por Bogotá, Medellín, Cali y Bucaramanga (Pato Folgoso Antonio et al., 2023).

Forma de cultivar el anturio: Su propagación se realiza por semillas, por división, por esquejes y por propagación in vitro (Olvera Sánchez, 2017)

Para su propagación se utilizan semillas o de forma vegetativa, pero la más utilizada es el cultivo de tejidos la cual se caracteriza por cultivar meristemas o trozos de hoja dentro de un sustrato sintético esterilizado, esto garantiza la conservación de las características deseadas para la planta y que hereda de la planta madre ya que se trata de un clon, sin embargo, al provenir de una hoja puede tener mutaciones que la diferencia por eso es esencial utilizar un meristemo. Este método es rápido en comparación de la propagación por semillas y no transmite enfermedades por eso es el más utilizado y recomendado en este tipo de cultivo.

En la producción de anturio el método de propagación más utilizado es por división debido a su facilidad, este método se lleva a cabo al separar los nuevos brotes de la planta, la cual puede producir de 6 a 8 brotes por año y esta debe hacerse una vez la planta haya concluido la etapa de floración. El siguiente método más utilizado es la separación por esquejes que consiste en el corte de la punta de la planta cuando esta ya es adulta, aunque este método puede facilitar la transmisión de enfermedades a la planta por lo cual siempre se debe hacer con una tijera previamente desinfectada. Sin embargo, en cuanto a la eficiencia de cada uno de los métodos, los demás métodos anteriormente mencionados son muy lentos y promueven en algunas ocasiones la aparición de enfermedades y plagas a la planta, siendo el método más eficaz, la propagación in vitro el cual consiste en utilizar una porción de la planta ya sea del tallo, embrión, nudo, semilla o antera para ser colocado en un medio nutritivo estéril donde posteriormente esta se regenerará en una o varias plantas,

este método no transmite enfermedades ni plagas entre las plantas además de ser mucho más rápido. La plantación del anturio se puede realizar en camas, melgas o bancales, siendo la primavera la época más propicia para llevarla a cabo (Olvera Sánchez, 2017)

Clima y suelo adecuado para su cultivo: La luz es el factor más importante para la fotosíntesis de la planta además de estar directamente relacionada con la temperatura de esta, cuanto más disponga de luz, más favorable será la producción de la flor. La temperatura para el anturio debe estar entre los 26 y los 30 grados ya que es una planta de clima tropical. La humedad está directamente relacionada con la temperatura y esta debe variar entre 60 y 80 por ciento conforme a la variación de la temperatura, además se debe tener un suelo con un PH de entre 5 y 6.5 aunque se recomienda el cultivo en sustrato debido a la oxigenación del aire (Olvera Sánchez, 2017)

Los suelos para el cultivo de anturio debe estar bien aireados y drenados con un PH de entre 5 a 6.5 siendo el punto más óptimo el 5.7. para su cultivo bien se puede hacer en suelo o en sustrato como ya se explicó anteriormente, aunque esto dependerá de las propiedades del suelo donde se desea cultivar, ya que esta se adapta mejor a suelos porosos, por eso en caso que el suelo sea algo arcilloso, se recomienda el uso de sustrato para que presente una excelente relación entre aire y agua para que mediante los poros que ofrece el sustrato se oxigene bien y además permita que las gruesas raíces características de la planta, se puedan desarrollar de la mejor forma posible. Es recomendable que el sustrato a utilizar posea una estructura estable ya que la duración del cultivo de estas plantas oscila entre los 5 o 6 años de allí que se descarten sustratos de tipo orgánico, sin embargo, la retención de agua es deficiente por lo que es importante estar vigilando constantemente la fertiirrigación

de la planta, además el sustrato no debe contener elementos que perjudiquen a la planta como el sodio o el cloro.

Temperatura: entre los 20 °C y los 30°C más idealmente entre los 25 °C a 30°C en el día, en la noche entre 21 °C y 24°C, a los 18 °C comienza la iniciación floral y el desarrollo, con temperaturas inferiores a 14 °C la planta comienza a producir mermas en la producción.

Con las temperas superiores a 35 °C se acorta la vida de la planta, esto sumado a los daños por quemaduras y la decoloración en la flor.

Humedad relativa: Esta debe permanecer entre un 60 y un 80%, ya que al estar demasiado baja disminuye la fotosíntesis y si es demasiado alta puede dar origen a problemas relacionados con hongos.

Humedad relativa y temperatura: Cuando es un día nublado la temperatura debe estar entre 18 a 20 °C y la humedad relativa debe estar entre un 70 y 80%, cuando es un día soleado la temperatura debe estar entre unos 20 a 28°C y la humedad relativa en un 60%, en la noche la temperatura debe estar en 18°C y la humedad relativa en un 90%.

Intensidad lumínica: la adecuada para el cultivo de anturio es de 18000 a 25000 lux es decir entre 250 a 300 vatios por metro cuadrado, esta no se debe exceder ya que puede dar lugar a un crecimiento más lento o quemaduras.

Sistema de riego: lo recomendable para el sistema de riego es utilizar el goteo por mangueras con porta goteras de 16mm de diámetro interior, se debería colocar cuatro por cada banqueta con emisores autocompletantes de 1.5 a 1.8 h-1 de caudal estando separados entre sí por 25cm.

La frecuencia del riego está sujeta a las condiciones climáticas del medio ambiente, además del sustrato por el almacenamiento de líquido y de la edad de la planta, lo más recomendable es mantener el sustrato ligeramente húmedo y uniformemente con una alta capacidad de drenaje. La planta de anturio es muy sensible a la salinidad del agua, por lo que las concentraciones de cobre y sodio no deben sobrepasar los 3mmol L-1 y con el bicarbonato, este no debe estar por encima de 0.5 mmol L-1 .

Fertilización de la planta: para aplicar los fertilizantes se debe realizar a través de riego localizado y se debe hacer constantemente durante la duración del cultivo, no se debe aplicar demasiado nutrientes cuando las plantas aún son jóvenes.

Nutrientes: ajuste de agua a PH 5.8 mmol, esto se hará neutralizando los bicarbonatos del agua a 0.5 mmol, luego se adaptará la cantidad de microelementos y macroelementos de acuerdo con los siguientes datos.

Macroelementos: Nitrato (NO_3) = 6.5 mmol-L-1, Amonio (NH_4^+) = 0.2 mmol-L-1, Fosfato de dihidrógeno (H_2PO_4^-) = 1,2 mmol-L-1, Potasio (K^+) = 4,0 mmol-L-1, Calcio (Ca^{++}) = 2.2 mmol-L-1, magnesio (Mg^{++}) = 1.5 mmol-L-1, sulfato (SO_4^{2-}) = 1,5 mmol-L-1.

Microelementos: Hierro (Fe^{++}) = 1,2 ppm = mg·L-1, manganeso (Mn^{++}) = 0,2 ppm = mg·L-1, boro (B) = 0,7 ppm = mg·L-1, Cinc (Zn^{++}) = 0,4 ppm = mg·L-1, cúprico (Cu^{++}) = 0,07 ppm = mg·L-1, molibdeno (Mo) = 0,05 ppm = mg·L-1.

Para finalizar se debe ajustar la conductividad eléctrica en la solución para que esta no supere los 1.2 a 1.5 dS * m1.

Cuidados para el cultivo de anturio

Poda: La primera poda al cultivo se realiza cuando está cerca de cumplir el primer año de vida, se realiza con el fin de evitar el exceso de hojas que pueden causar que los capullos florales presenten dificultades al momento de emerger entre las hojas o no emerger al no recibir la luz necesaria, luego de la primera poda, esta operación se debe continuar a lo largo de la vida del cultivo cada dos meses, siempre se realiza dejando un mínimo de dos hojas por planta, siendo tres lo ideal y siempre retirando las hojas que estén infectadas por plagas o enfermedades o dañadas.

Recolección de cosecha: Para saber el punto exacto en el cual la flor está en su madurez, se debe tener en cuenta el color del espádice además de la firmeza del pedúnculo, las flores verdaderas del anturio se encuentran en el empadice las masculinas se encuentran en el extremo del empadice y las flores femeninas se encuentran más próximas a la base, por lo tanto se debe guiar en base a la madurez de las flores femeninas que son las que primero llegan a la etapa de maduración, esto hace que el color del empadice cambie de color desde su base hacia la punta a medida que la madurez de las flores va en aumento.

Cuando el empadice cambie de color aproximadamente a un 75%, este será el momento óptimo para que se realice el corte además de la firmeza del tallo por debajo de la hoja, es importante tener estos datos en cuenta ya que, al cortar las flores sin estar en el momento óptimo, esto reducirá drásticamente su duración, así como su calidad.

Se recomienda el uso de un cuchillo con un corte limpio midiendo tres centímetros desde la base del tallo, al realizar cada corte se debe desinfectar el cuchillo para prevenir la transmisión de enfermedades además del cuidado especial después del corte ya que esta

suele ser muy delicada, haciendo que se dañe en caso de no tener cuidado en su manipulación y traslado.

Por cada hoja se produce una flor, por eso la planta puede durar en florescencia durante todo el año y este proceso se mantiene durante toda la vida de la planta, por lo tanto, de la producción de hojas dependerá la calidad y cantidad de flores que produzca la planta.

El estado de la planta al momento de realizar la siembra es el factor determinante que indicara el tiempo de inicio de producción de flores aproximadamente entre los 50 y 60 días dependiendo de los factores ya mencionados, además estas flores iniciales no serán comerciales ya que por lo general son de inferior tamaño y con tallos más cortos y colores no tan marcados.

Cuidados luego de la recolección: Inmediatamente luego del corte de las flores, estas se deben colocar en agua limpia, la calidad de las flores de anturio, se conoce, aunque no oficialmente en los tallos, estos deben ser largos, la flor debe ser de un color uniforme, el brillo y madurez en la espata y no debe presentar señales de enfermedades.

Humedad en el suelo para la agricultura

El nivel necesario de agua en el suelo es un factor determinante para el rendimiento de los cultivos y la formación de la planta, esta hace las veces de agente restaurador como de medio regulador de la temperatura en las plantas, donde el 99% del agua es evaporada en este proceso, haciendo uso solo de entre un 0.2% y un 0.5% en la formación de masa vegetativa.(Cherlinka, 2023)

Su importancia en un suelo eficiente

EL suelo depende de las precipitaciones para mantener su humedad, además de factores como el consumo de agua por parte de las plantas, la temperatura del aire, entre otros. Además de esto el agua afecta el contenido del aire, salinidad, sustancias tóxicas, se encarga de la regulación de la estructura densidad y ductilidad, afecta la temperatura, evitar la erosión del suelo y es un factor clave para determinar la disposición de los campos para que sean trabajados (Cherlinka, 2023).

Parámetros de la humedad del suelo

Este se expresa como la relación entre la cantidad de agua y el peso del suelo seco, la humedad del suelo se determina en la cantidad de agua en una cantidad de suelo conocida. La potencia de humedad del suelo se conoce como el grado en que el agua se aferra al suelo y esta se expresa en unidades de presión conocidas como bares (Cherlinka, 2023).

La disponibilidad de agua para las plantas o PAW es la cantidad disponible de agua en un momento dado y es la diferencia entre la cantidad máxima de agua contenida en el suelo y el punto de marchitez, es decir el punto en el cual la planta ya no puede extraer agua del suelo, este se mide en pulgadas de agua disponible por pie de suelo (Cherlinka, 2023).

Formas para determinar el nivel suficiente de humedad en el suelo

Estos métodos se basan en la toma de muestras preliminares para poder ser analizadas en un laboratorio y estos se pueden clasificar como directos, indirectos y remotos.

Con los métodos directos se extrae el agua de una muestra de suelo utilizando el método de la evaporación, lavado y relación química, este cálculo se determina con el peso del agua extraída y la sequedad del suelo (Cherlinka, 2023).

Los métodos indirectos miden las características del suelo en función con el contenido del agua.

Con las mediciones remotas, se puede hacer a través de datos enviados por satélites los cuales utilizan el reflejo de la radiación electromagnética en un espectro de la superficie.

La monitorización de campo para determinar la humedad en el suelo.

Con esta monitorización es posible el momento indicado para el proceso de siembra: este momento dependerá de factores como el cultivo, suelo, región, entre otros factores.

Vigilancia de sequías: Con las sequías, la humedad del aire desciende hasta un 35%, suelos secos, aumento de concentración de niveles tóxicos y recalentamiento.

Bergman en 1980, creó el índice de humedad del suelo SMI, el cual utiliza satélites para determinar los niveles de aridez o saturación de los suelos (Cherlinka, 2023).

Con la monitorización de la humedad del suelo se puede determinar lo siguiente.

Fechas adecuadas de siembra.

Vigilancia y el pronóstico de los periodos de sequía.

Determina el uso o no se maquinaria en suelos demasiado húmedos que pueden causar deficiencias en el uso de este tipo de maquinaria.

Determinar el índice de humedad, si está por debajo del mínimo requerido para labores de agricultura.

Acceso a la información

El acceso a la información es un factor determinante para los floricultores determinar cómo contrarrestar alguna de las enfermedades que suelen atacar este tipo de cultivo, sin embargo en muchos casos se ven limitados en recursos tecnológicos o conocimientos para acceder a información de calidad que les permita una apropiación mayor de este tipo de herramientas, principalmente por la dificultad de encontrar aplicaciones apropiadas para el caso específico de los agricultores y que realmente signifique un avance en utilidad simplicidad y costos (Avilés et al., 2020)).

Actualidad de las aplicaciones en agricultura en Colombia

Actualmente existen diversas aplicaciones en Colombia enfocadas en la agricultura, estas aplicaciones se caracterizan por estar diseñadas para aspectos muy específicos de manejo del campo, como manejo del clima, comercialización de productos, o dirigidas a cultivos concretos, esto hace que sea necesario el instalar una aplicación de acuerdo al proceso o función que se deba manejar, esto implica que se deba de ingresar múltiples veces la información convirtiéndose en una labor tediosa aun cuando las interfaces de las aplicaciones son intuitivas y amigables con el usuario (Ariza Arizas, M. D., Cardona Díaz, N., & Tarazona Bermúdez, G. M. 2019).

La agricultura de precisión en Colombia

La agroindustria en Colombia actualmente representa el 38.6% de la extensión total del territorio de los cuales el 7.3% corresponde a las actividades agrícolas según información del DANE. A diferencia de otros sectores, la actividad agrícola en Colombia es una de las áreas que menos desarrollo y adaptabilidad ha tenido en materia tecnológica, aunque eso no quiere decir que no se estén haciendo esfuerzos por parte de organismos como el ministerio de las TICs y el ministerio de agricultura y desarrollo rural en realizar una modernización a través de la conectividad nacional y de capacitaciones a nuevas generaciones (Daniela Ariza Arizas et al., 2019) de esta forma una nueva generación de agricultores están empleando las tecnologías para crear una agricultura 4.0 y dejar atrás las técnicas tradicionales para el campo haciendo que este sea mucho más competitivo en materia de calidad y rentabilidad.

Estado de arte

A continuación, el estado del arte que se realiza para el presente trabajo se agrupa en dos tipos: en la primera se realiza sobre los problemas y soluciones que han surgido en diferentes cultivos de anturio y la segunda, las investigaciones sobre soluciones mediante agricultura de precisión que se han implementado hasta entonces.

Un primer trabajo titulado Desarrollo de un sistema web florícola para la gestión de los procesos de siembra y cosecha en un invernadero de flores (doctoral dissertation, universidad agraria del ecuador), en el cual se realiza una investigación acerca de los procesos de producción, se encontró que los invernaderos mejoraban la calidad de sus productos cuando se tenía el acceso a la información sobre los procesos de producción, esto

mediante la implementación de un aplicativo con una interfaz intuitiva que fuera amigable con los propietarios y trabajadores del invernadero ((TORRES TAMAY, 2022)

De acuerdo con una investigación titulada *Building smart agriculture applications using low-code tools: The case for discopar*, se explora la implementación de aplicativos móviles y computación en la nube en los procesos agrícolas modernos, el esfuerzo de aplicar la agricultura inteligente mediante la recopilación de datos y sensores de medición se indaga sobre los distintos métodos de programación para la conexión de los datos tanto mediante recopilación como a través de sensores y se realiza una comparativa sobre los métodos más adecuados para programadores no expertos (Oteyo et al., 2021)

En el trabajo titulado *Drivers, barriers, and impacts of digitalization in rural areas from the viewpoint of experts*, los autores señalan los impactos tanto positivos como negativos que pueden tener lugar al implementar tecnología en la modernización del campo más concretamente en los procesos agrícolas, se explora la importancia de un correcto estudio sobre las características sociodemográficas específicas de la región de estudio, esto para garantizar que no excluya a aquellos actores que pueden no tener los recursos de acceder a las ayudas tecnológicas y potencialicen los efectos disruptivos.

Como conclusión, las principales motivaciones son las económicas en la posibilidad de reducir costos, como principales barreras son las de conexión, la desconfianza hacia la tecnología además de aspectos socioculturales. Por otro lado, las ventajas son principalmente económicas mientras que las desventajas son la dependencia a la tecnología y la pérdida de experiencia práctica y la marginación de los actores que no puedan acceder a las ayudas tecnológicas (Ferrari et al., 2022)

Desarrollo de una herramienta tecnológica facilitadora de buenas prácticas agrícolas en los pequeños agricultores del Municipio de Argelia

A través de este trabajo se analiza la implementación de soluciones de software para el control e implementación de las buenas prácticas agrícolas (BPA). Como resultado final, el trabajo permitió un mayor control a pequeños agricultores del municipio de Argelia de la información sobre los procesos de cultivos, trazabilidad sobre los mismos y permitió recopilar datos de productos e históricos de lotes en las fincas (Gómez Ramírez et al., 2021)

Propuesta de un modelo de planeación tecnológica para el sector floricultor en el oriente antioqueño: estudio de caso flores el Capiro S.A.

Según este trabajo, el sector floricultor es, dentro de la agricultura Colombiana, uno de los más desarrollados ya que generan empleo, desarrollo rural y además contribuyen en el comercio exterior, sin embargo, este sector aún tiene factores que se deben fortalecer en materia de implementación de tecnología y de procesos de producción, esto incrementado con la baja adopción de las metodologías de trabajo para identificar factores de riesgo, para la creación de estrategias de fortalecimiento al sector florícola . (García, 2021).

Diseño de una solución IoT para monitoreo de las condiciones óptimas de un cultivo hidropónico de flores en invernadero

En este trabajo se busca la creación de una guía sobre la implementación de IoT en los cultivos hidropónicos, esto tomando como base el crecimiento de la población en los últimos años además de la demanda del sector floricultor y las desventajas competitivas que los pequeños emprendedores en esta modalidad poseen al no contar con el conocimiento suficiente y las herramientas tecnológicas necesarias para obtener un producto de calidad.

Se contextualiza la visión global de la actividad en materia de competitividad y el puesto que ubica actualmente el sector nacional en el mercado internacional, llegando a la conclusión que actualmente contamos con la ventaja de un clima tropical idóneo para el cultivo de flores de corte así como una variedad rica en suelos, contrastando con esto, las desventajas competitivas que suponen el no contar con las herramientas tecnológicas necesarias para optimizar y economizar los procesos de producción, así como las rutas de transporte en muchas ocasiones no siendo las más adecuadas para este tipo de mercado.

Como resultado el autor realiza sugerencias en cuanto a la implementación de sistemas embebidos, sensores y los requerimientos mínimos para desarrollar una huerta que implemente el monitoreo mediante IoT, aplicando diversas herramientas que mediante la implementación de un framework conceptual englobará todos los datos recolectados en un servidor el cual con la implementación de un sitio web, hará visible ante el usuario todos estos datos recolectados.

Diseño de una solución IoT para monitoreo de las condiciones óptimas de un cultivo hidropónico de flores en invernadero

En este trabajo se busca la creación de una guía sobre la implementación de IoT en los cultivos hidropónicos, esto tomando como base el crecimiento de la población en los últimos años además de la demanda del sector floricultor y las desventajas competitivas que los pequeños emprendedores en esta modalidad poseen al no contar con el conocimiento suficiente y las herramientas tecnológicas necesarias para obtener un producto de calidad (BRICEÑO JEJÉN & CUBIDES PORRAS, 2020)

Se contextualiza la visión global de la actividad en materia de competitividad y el puesto que ubica actualmente el sector nacional en el mercado internacional, llegando a la conclusión que actualmente contamos con la ventaja de un clima tropical idóneo para el cultivo de flores de corte así como una variedad rica en suelos, contrastando con esto, las desventajas competitivas que suponen el no contar con las herramientas tecnológicas necesarias para optimizar y economizar los procesos de producción, así como las rutas de transporte en muchas ocasiones no siendo las más adecuadas para este tipo de mercado.

Como resultado el autor realiza sugerencias en cuanto a la implementación de sistemas embebidos, sensores y los requerimientos mínimos para desarrollar una huerta que implemente el monitoreo mediante IoT, aplicando diversas herramientas que mediante la implementación de un framework conceptual englobará todos los datos recolectados en un servidor el cual con la implementación de un sitio web, hará visible ante el usuario todos estos datos recolectados (BRICEÑO JEJÉN & CUBIDES PORRAS, 2020)

Herramientas software y hardware para implementar internet de las cosas en aplicaciones agrícolas

Se explora las herramientas IoT tanto en software como en hardware aplicadas a la agricultura, dentro del software generalmente utilizado para mejorar los procesos agrícolas, se ha venido implementado la inteligencia artificial y la big data. Además de la importancia que cobra el desarrollo de una plataforma que permita la visualización de los datos obtenidos con las distintas herramientas IoT aplicadas a la agricultura las cuales entre los desarrolladores siempre son tenidas en cuenta que cuenten con las características edge

computing, cloud computing y big data (Guzmán Rincón, Anguiano Sánchez, Segovia García, Farfán, & Dworaczek Conde, 2022).

Con los nodos finales de conexión a campo, las plataformas toman toda la información para así enviar las señales que se traducirán en información para la toma de decisiones por nodos comprendemos cada uno de los elementos que toman la lectura de campo, estos nodos pueden estar compuestos por tarjetas de desarrollo, sensores, fuentes de energía, actuadores y tecnologías de comunicación los cuales mediante la implementación del IDE de la empresa Arduino, permite la programación de tarjetas y microprocesadores necesarios para poder realizar una interconexión de todos los elementos.

En cuando a las herramientas IoT de hardware, estas se conforman por las herramientas de tecnologías de comunicación destinadas al envío de información traducida en datos a través de un medio el cual puede ser inalámbrico. El segundo grupo es conformado por la tecnología para la implementación de nodos en el campo que está conformado principalmente por sensores, tarjetas de desarrollo y elementos finales de control (Guzmán Rincón et al., 2022)

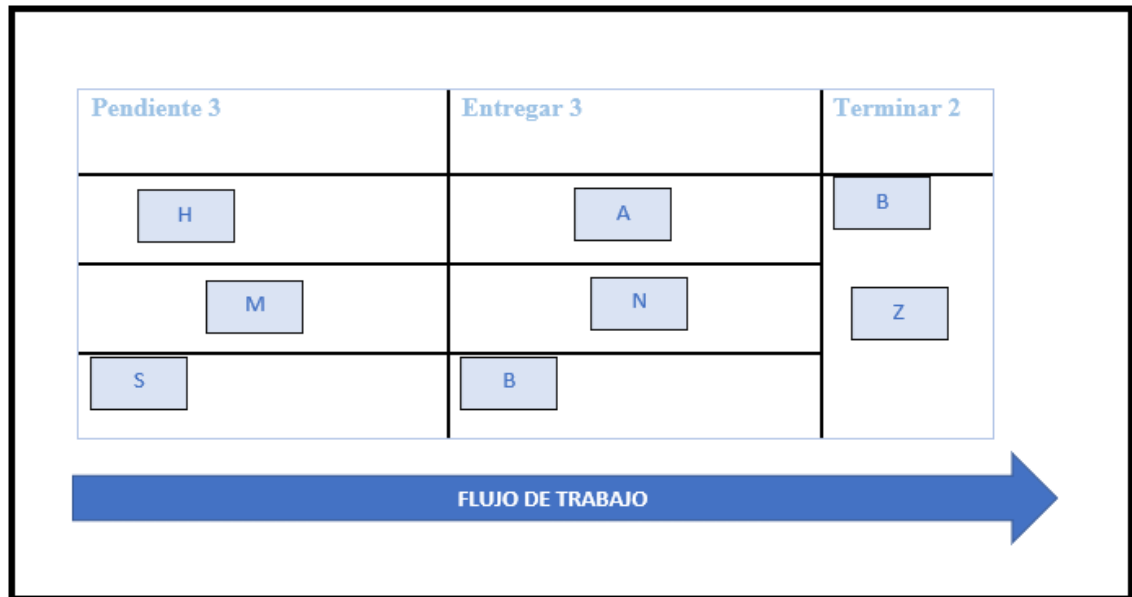
Como conclusión, la implementación de herramientas IoT de uso libre y bajo costo es la clave para reducir la brecha en cuanto a competitividad que deriva del uso de la tecnología por grandes empresas y la falta de implementación de estas por los productores minoritarios haciendo que este tipo de economía sea más sostenible y competitivo.

Diseño Metodológico

El presente proyecto corresponde a una investigación de tipo aplicada. De acuerdo con (Questa-Tortero et al., 2022), su propósito es resolver problemas en situaciones cotidianas con fines prácticos. Al igual que en otros tipos de investigación, el investigador identifica el problema, formula una hipótesis y la experimenta para ponerla a prueba. Esta investigación se caracteriza por aplicar teorías científicas en la práctica, buscando dar respuestas a preguntas concretas y ofrecer soluciones a problemáticas planteadas.

Para el desarrollo del proyecto, se aplicó la metodología Kanban, la cual se basa en el proceso de producción JIT (Just inTime) desarrollado por la empresa automotriz Toyota. Kanban utiliza tarjetas visuales para identificar las necesidades de material en las cadenas de producción. Esta metodología emplea un mecanismo de control visual para realizar un seguimiento más efectivo del flujo de trabajo y su recorrido a lo largo del flujo de valor. Es importante implementar un panel con notas adhesivas para generar una señal visual que indique la creación de nuevos bloques de trabajo cuando el trabajo en curso o el bloque actual no son suficientes para alcanzar el máximo acordado.

Kanban visualiza el flujo de trabajo mediante la división en bloques utilizando un tablero y tarjetas, y se organiza en columnas que ilustran la ubicación de cada elemento dentro del flujo de trabajo. Además, limita el flujo de trabajo asignando límites concretos a cada elemento en progreso en los diferentes estados del flujo de trabajo. Se mide el tiempo de ciclo o tiempo medio para completar un elemento, optimizando el proceso para reducir al máximo el lead time.

Figura 4*Metodología Kanban**Fuente: Autoría Propia***Fases metodológicas**

El proyecto se desarrolla en cinco fases las cuales se describen a continuación:

Fase 1 Análisis del proceso de producción de anturio:

En esta fase se realiza el primer acercamiento con la población objeto de estudio para conocer los procesos de producción utilizados y su uso y apropiación de la tecnología.

Fase 2 Identificación de requerimientos para la implementación de una aplicación móvil para la optimización de producción de Anturio

en esta fase se realiza la identificación de requerimientos basados en el estudio realizado en la fase de análisis para la posible solución basada en herramientas IoT aplicados a la floricultura.

Fase 3 Diseño de la arquitectura de una aplicación móvil para la optimización de producción de Anturio mediante tecnología IoT

en esta fase se realiza el diseño de la arquitectura de la aplicación, incluyendo el back-end y frond-end y la interfaz de conexión con las herramientas IoT.

Fase 4 Desarrollo de la App Móvil para la optimización de producción de Anturio mediante tecnología IoT

En esta fase, se realiza el desarrollo de la aplicación basada en las necesidades identificadas en las fases anteriores.

Fase 5 Evaluar la aplicación móvil para la optimización de producción de Anturio mediante tecnología IoT

En esta fase se evalúa los resultados finales de la aplicación utilizando herramientas IoT para los pequeños floricultores del municipio de Viotá Cundinamarca.

Análisis del proceso de producción de anturio para los pequeños floricultores de la vereda java municipio de Viotá

Antes de implementar una aplicación móvil para la optimización de cultivos de anturio basada en tecnología IoT en la Vereda de Java, fue necesario determinar esta necesidad, y para ello se realizó un acercamiento con la población objeto de estudio compuesta por cinco (5) floricultores, a quienes se aplicó una encuesta para su caracterización y conocer su nivel de uso y apropiación de las tecnologías de la información y comunicación (TICs), además, se realizaron entrevistas para profundizar en las técnicas utilizadas y las dificultades técnicas que enfrentan en el proceso actual de producción de la flor de anturio, este capítulo da detalle de estas actividades.

Ficha técnica de la encuesta

Propósito	Determinar la necesidad de implementar una aplicación móvil para la optimización de cultivos de Anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca.
Objetivo de la encuesta:	Identificar el proceso de producción de la flor de anturio en el municipio de Viotá Cundinamarca, así como el uso y apropiación de la tecnología por parte de los floricultores.
Cobertura geográfica	Vereda Java municipio de Viotá Cundinamarca
Población objeto de estudio	Hombres y mujeres mayores de 18 años, habitantes de del municipio de Viotá departamento Cundinamarca, que posean sembradíos o cultivos ya establecidos de flores de anturio
Muestra	5 cultivadores de flor de anturio de la vereda Java municipio de Viotá Cundinamarca
Técnica	Encuesta virtual a través de formularios de Google y encuesta presencial cara a cara en las fincas de los encuestados.
Fecha de aplicación	Semana comprendida entre el 16 y el 22 de enero de 2023

Análisis estadístico de los datos

A continuación, se presenta la tabulación de datos obtenidos en la encuesta realizada a floricultores de la Vereda de Java, con el objetivo de conocer el proceso de producción de la flor de anturio, así como el uso y apropiación de la tecnología, para validar la posibilidad de implementar una aplicación móvil que permita la optimización de cultivos de Anturio mediante tecnología IoT.

Figura 5

Grafica pregunta uno, cuestionario pequeños floricultores

¿Qué función desempeña en la finca?



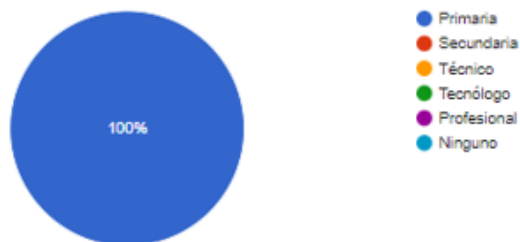
Fuente: Autoría Propia

Nota: Con esta imagen se muestra el porcentaje de población encuestada que cultiva actualmente anturio y que es propietaria de su propia finca o lote, de acuerdo con estos resultados, el 100% de los cultivadores son dueños de sus propias fincas.

Figura 6

Grafica pregunta dos, cuestionario pequeños floricultores

¿Cuál es su nivel de escolaridad?



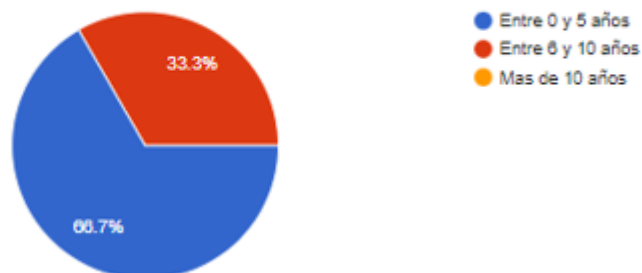
Fuente: Autoría Propia

Nota: A través de la imagen anterior se muestra que el 100% de los pequeños cultivadores de anturio tienen un nivel de escolaridad que no supera la primaria.

Figura 7

Grafica pregunta tres, cuestionario pequeños floricultores

¿Cuánto tiempo lleva cultivando anthuriums?



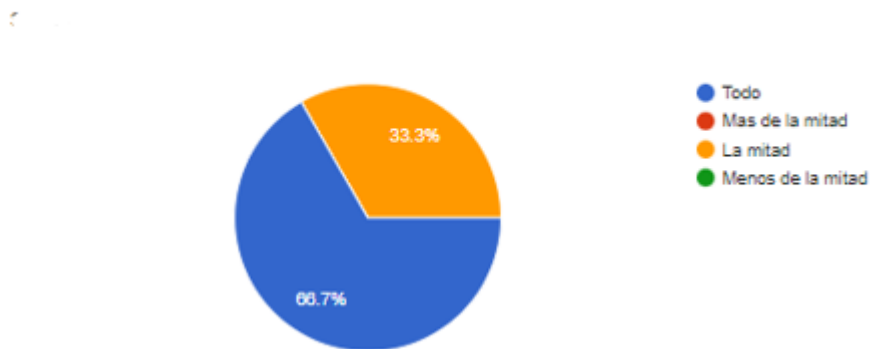
Fuente: Autoría Propia

Nota: A través de la imagen se identifica que de las personas pequeñas productoras de anturio, un porcentaje mayor lleva menos de 5 años dedicándose a esta actividad.

Figura 8

Grafica pregunta cuatro, cuestionario pequeños floricultores

¿Cuánto de su producto es vendido a distribuidores?



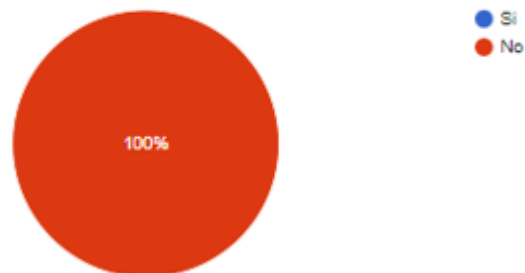
Fuente: Autoría Propia

Nota: con la imagen se evidencia que la mayoría de los pequeños productores de anturio dependen de los distribuidores o intermediarios para la comercialización de sus productos.

Figura 9

Grafica pregunta cinco, cuestionario pequeños floricultores

¿Recibe alguna asesoría sobre el cultivo de anthuriums?



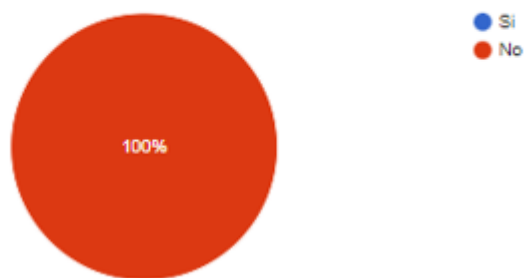
Fuente: Autoría Propia

Nota: sobre la asesoría que reciben por parte de expertos, es evidente que dependen en un 100% de los conocimientos empíricos que poseen sobre el manejo de la planta ya que no cuentan con un experto en el cultivo de anturio.

Figura 10

Grafica pregunta seis, cuestionario pequeños floricultores

¿Tiene computador o equipo con internet en su finca?



Fuente: Autoría Propia

Nota: Se evidencia con esta encuesta que ninguno de los pequeños productores cuenta con equipo de cómputo en sus respectivas fincas, lo que hace que sea fundamental el diseño de una solución tecnológica que pueda ser manejada a través de un dispositivo móvil.

Figura 11

Grafica pregunta siete, cuestionario pequeños floricultores

En caso de no tener internet, ¿estaría dispuesto a instalar internet con el objetivo de implementar tecnología en para la mejora de los cultivos?



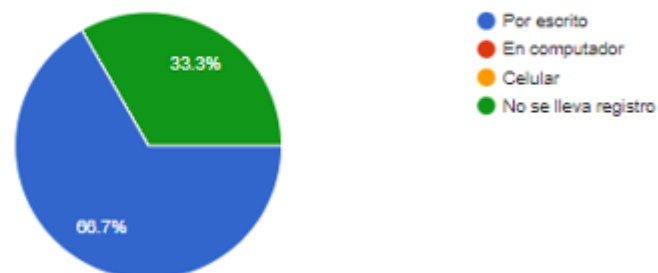
Fuente: Autoría Propia

Nota: de acuerdo a esta pregunta, es evidente que la instalación de internet en las fincas de los pequeños productores de flores es una opción para tomar siempre que este sea con un fin productivo.

Figura 12

Grafica pregunta ocho, cuestionario pequeños floricultores

¿Cómo lleva el registro de las labores de producción en su cultivo de anthuriums?



Fuente: Autoría Propia

Nota: se evidencia que no cuentan con una solución tecnológica que ayude a llevar un registro más detallado y técnico de las labores del cultivo, en muchos casos no se cuenta con registro alguno.

Figura 13

Grafica pregunta nueve, cuestionario pequeños floricultores

¿Cree que es de utilidad las herramientas tecnológicas en los procesos de producción?



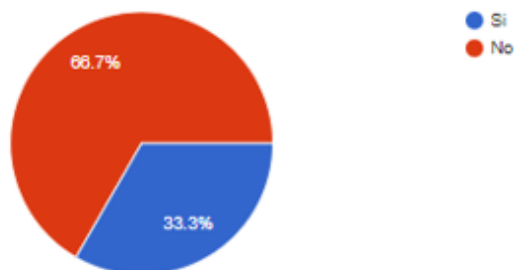
Fuente: Autoría Propia

Nota: ante esta pregunta, es evidente que las herramientas tecnológicas son opciones que consideran serian de gran ayuda en el manejo de sus cultivos.

Figura 14

Grafica pregunta diez, cuestionario pequeños floricultores

¿Tiene experiencia en el manejo de aplicaciones?



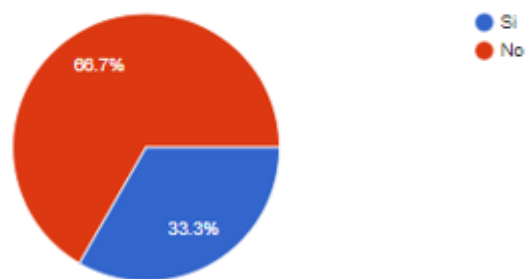
Fuente: Autoría Propia

Nota: un porcentaje mayor no posee experiencia en el manejo de aplicaciones, lo que hace evidente la simplicidad que debe tener una aplicación para que signifique una mejora y no sea algo complicado que dificulte las labores de producción.

Figura 15

Grafica pregunta once, cuestionario pequeños floricultores

¿Ha utilizado la tecnología como herramienta para ayudar en los procesos de producción?



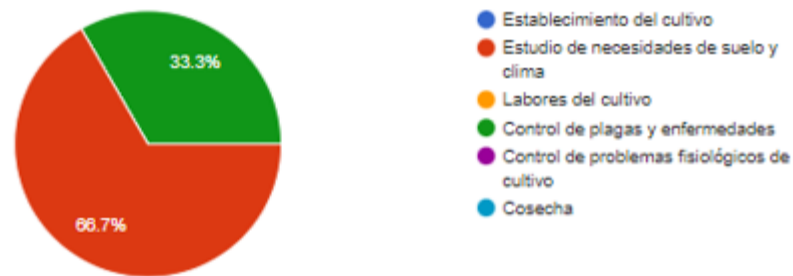
Fuente: Autoría Propia

Nota: un gran porcentaje no ha aplicado alguna clase de tecnología con ayuda para mejorar los procesos de producción

Figura 16

Grafica pregunta doce, cuestionario pequeños floricultores

¿Cuál ha sido la mayor dificultad a la hora de llevar a cabo los procesos agrícolas?



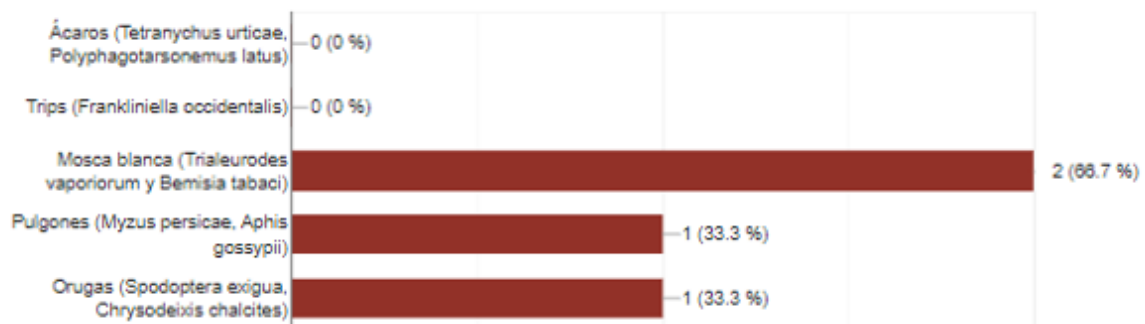
Fuente: Autoría Propia

Nota: es evidente que la mayor carencia en conocimiento a la hora de iniciar un cultivo de anturio, es el desconocimiento en el suelo y clima necesarios para garantizar un producto de calidad.

Figura 17

Grafica pregunta trece, cuestionario pequeños floricultores

¿Cuál de las siguientes plagas ha afectado en mayor medida su cultivo?



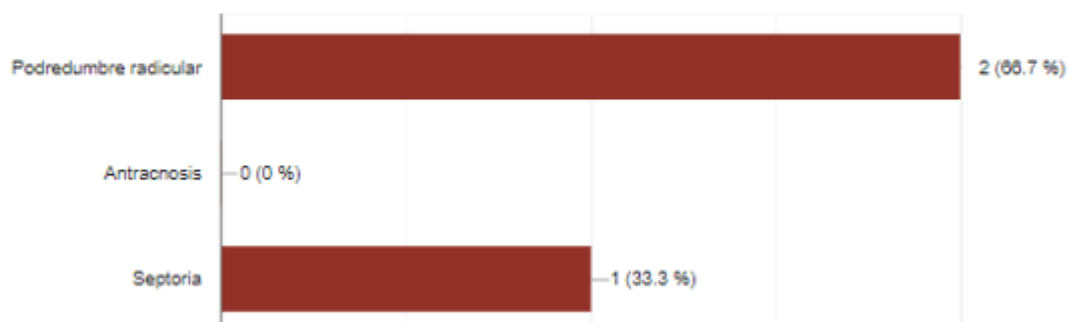
Fuente: Autoría Propia

Nota: La mosca blanca especie que más afecta los cultivos de anturio en los pequeños productores del municipio de Viotá Cundinamarca.

Figura 18

Grafica pregunta catorce cuestionarios pequeños floricultores

¿Alguna de las siguientes enfermedades causadas por hongos ha afectado su cultivo?



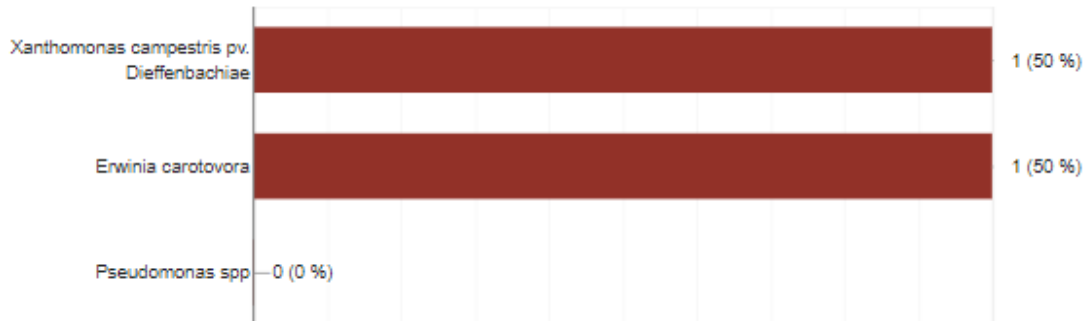
Fuente: Autoría Propia

Nota: La podredumbre radicular es la enfermedad por hongos que más afecta la planta en el municipio de Viotá Cundinamarca.

Figura 19

Grafica pregunta quince, cuestionarios pequeños floricultores

¿Alguna de las siguientes enfermedades causadas por bacterias ha afectado su cultivo?



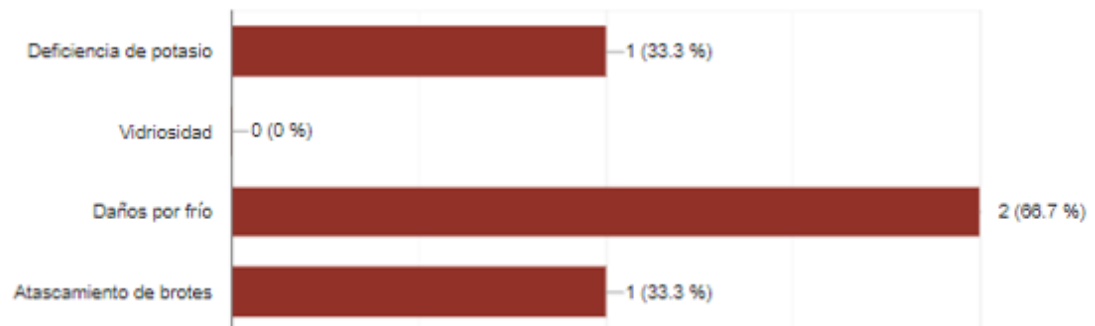
Fuente: Autoría Propia

Nota: Se evidencia que la Xanthomonas campestris y Erwinia carotovora son las enfermedades causadas por bacterias que más afectan la planta.

Figura 20

Grafica pregunta dieciséis cuestionarios pequeños floricultores

¿Qué problemas fisiológicos de los siguientes ha presentado su cultivo?



Fuente: Autoría Propia

Nota: de acuerdo a esta encuesta los problemas causados por frío son los que más afectan la planta.

Como conclusión de la encuesta aplicada a 5 pequeños floricultores del municipio de Viotá en la vereda Java, se evidencia que poseen conocimientos empíricos sobre el manejo generalizado de los cultivos, sin embargo los conocimientos sobre los procesos técnicos adecuados y específicos para el anturio no es el adecuado en algunos casos, carecen de las principales herramientas tecnológicas para aplicar procesos agrícolas basados en IoT, sin embargo la mayoría cuenta con teléfonos móviles e interés en aplicar la tecnología para la mejora de los procesos de producción.

La vereda Java del municipio de Viotá Cundinamarca actualmente cuenta con un aumento considerable en la producción de flores, esta producción está más enfocada en los anturio ya que las condiciones climáticas y ambientales favorecen este tipo de cultivo, sin embargo, los métodos de producción en muchas ocasiones se realizar aplicando técnicas utilizadas en otro tipo de cultivo. En entrevista con 5 pequeños agricultores que actualmente están incursionando en la producción de este tipo de planta ornamental se evidencia que manejan procesos empíricos con los cuales han obtenido resultados favorables, sin embargo, no soluciona todos los problemas relacionados y que afectan en gran medida la calidad del producto final.

Producción se semillas

De acuerdo con lo descrito por los distintos agricultores dedicados al cultivo de anturio, actualmente utilizan dos formas de obtener las semillas del anturio.

Una primera forma consiste en realizar el corte de tallo de la planta, luego este se siembra en una solución de residuos orgánicos en descomposición para que posterior a ellos emerjan de ella los hijos que serán cortados y sembrados por separado.

Figura 21

Recolección de semillas



Fuente: Autoría Propia

El otro método consiste en dejar que el tallo que se cae debido a que no posee una firmeza en el tallo cuando la planta es adulta, produzca raíces que posteriormente emergerá en nuevas plantas que serán retiradas y sembradas en bolsas negras las cuales una vez tengan la suficiente consistencia, se trasplantaran a terreno.

Un método adoptado por lo pequeños floricultores es el empleo de planta de plátano para proporcionar sombra suficiente para que el exceso de calor o de lluvia no afecte la calidad de la flor, con este método buscan ahorrar en gastos de invernaderos, ya que algunas veces no cuentan con los recursos suficientes para el empleo de sombra artificial. Para ello cuando se realiza la siembra de anturio por primera vez, se deja un espacio de

aproximadamente 5 metros por cada surco de planta y se realiza una plantación de plátano, la cual tarda aproximadamente el mismo tiempo de la planta de anturio en crecer.

Figura 22

Semillas por tallo



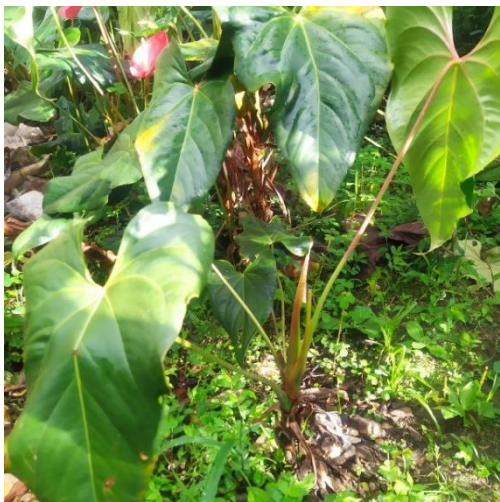
Fuente: Autoría Propia

Por lo general se está empleando el uso de abonos de origen orgánico para ahorrar en costos de producción, este abono suele ser enriquecido con desperdicio de comida, gallinaza, excremento de vaca y otro tipo de orgánicos en descomposición.

Figura 23*Asociación de cultivos*

Fuente: Autoría Propia

La siembra se realiza en la tierra directamente y sin ningún tipo de abono, este se agrega cuando la planta comienza a generar las primeras raíces.

Figura 24*Siembra de cultivo*

Fuente: Autoría Propia

Normalmente utilizan insecticidas y fungicidas para el control de plagas y enfermedades, los cultivos se realizan en surcos para que, en medio de estos, se depositen materiales orgánicos que, al descomponerse, generen abono orgánico para el cultivo.

Las fases completas de producción de anturio por los pequeños agricultores se describe a continuación.

1. Producción de semillas: ya sea sembrando el tallo en abono orgánico o mediante proceso natural cuando el tallo estando en el suelo produce raíces y posteriormente nuevas plantas que serán cortadas con un machete o podadora previamente desinfectada para evitar la transmisión de enfermedades.
2. Siembra: esta se hará en bolsas negras hasta que la planta tenga la firmeza suficiente para ser trasplantada a suelo.
3. Fase de crecimiento: aproximadamente tarda dos años, en los cuales se realizará periódicamente la limpieza de maleza, la aplicación de abonos orgánicos en menor medida y la implementación de surcos de alambre para ayudar a detener la planta a medida que esta crezca, ya que las plantas adultas por lo general no tienen una consistencia suficiente en el tallo y se precipitan al suelo.
4. Cuidados del clima: para ello se realiza la siembra de plátano para generar sombra natural, sin embargo, se debe tener cuidado para que las hojas secas de las plantas de plátano no afecten la calidad de la flor de anturio.
5. Control de plagas y enfermedades: normalmente se controlan más las plagas ya que se realizan mediante fungicidas. Las principales enfermedades difíciles de

controlar o no controladas derivan de hongos o por factores relacionados al suelo.

6. Cosecha: para cortar las flores, algunos agricultores utilizan alcohol o una lima o limón para desinfectar la herramienta cada que se realice un corte, de esta forma evitan la transmisión de enfermedades entre una planta y la otra.

Sobre las condiciones climatológicas del municipio de Viotá Cundinamarca.

Viotá Cundinamarca es un municipio de la región del Tequendama ubicado a 587 metros sobre el nivel del mar cuenta con una temperatura de entre los 21 y los 29 grados centígrados y una humedad de aproximadamente 66% (The Weather Channel. Retrieved, 2023).

En la vereda Java municipio de Viotá Cundinamarca, predomina mayormente los suelos francos, estos suelos se caracterizan por no ser demasiado arenosos ni demasiado arcillosos, sin embargo, los suelos arcillosos suelen estar en las laderas de ríos y quebradas además que la vereda Java es fuente de muchos nacimientos hídricos, razones por las cuales se debe escoger cuidadosamente el suelo que será destinado para actividades agrícolas.

Análisis del suelo del cultivo del pequeño productor Ovidio Espitia

Este es un suelo franco o mixto, mayormente arcilloso por estar a la ladera de una quebrada, como en la mayoría de los cultivos, opto por el cultivo de plátano para generar sombra natural al cultivo de anturio, este suelo no es muy rico en material orgánico por lo cual requiere del uso de abonos químicos para el fortalecimiento de la planta. Este aun es un cultivo joven por lo cual aún no se encuentra en el 100% de su producción.

Figura 25

Estado cultivo de floricultor uno (1)



Fuente: Autoría Propia

Análisis del suelo del cultivo del pequeño productor Daniel Castaño

Este suelo es mixto con una proporción más nivelada entre arenoso y arcilloso, es un cultivo de más de 5 años, razón por la cual se encuentra en una etapa de producción alta, además su dueño se ha encargado de nutrir los suelos con material orgánico necesario para el correcto desarrollo de las plantas de anturio.

Figura 26 Estado

Cultivo floricultor dos (2)



Fuente: Autoría Propia

El material orgánico principalmente es el producido por las esteras y las plantas de plátano muertas que al descomponerse sirve como abono para la planta y para la producción de semillas.

Figura 27

Material orgánico floricultor dos (2)



Fuente: Autoría Propia

El cultivo cuenta con plantas plenamente desarrolladas y plantas que han sido trasplantadas, ya que es un cultivo en crecimiento.

Figura 28

Siembra por floricultor dos (2)



Fuente: Autoría Propia

Al ser un cultivo con varios años en producción, cuentan con sombra natural de la plantación de plátano que protege las flores del clima que puede afectar la calidad de la producción.

Figura 29

Plantación floricultor dos (2)



Fuente: Autoría Propia

Sin embargo, uno de los factores, según el señor Daniel, que más afecta a este cultivo es la podredumbre en el tallo, ya que, según él, una vez que ataca a la planta, no es posible combatir dicha enfermedad.

Figura 30

Podredumbre tallo y hoja



Fuente: Autoría Propia

Análisis del suelo del cultivo del pequeño productor Lino Martínez

Este cultivo tiene aproximadamente 4 años, anteriormente se cultivaba café y plátano, por lo cual su suelo posee características adecuadas para el cultivo al estar fertilizado con material orgánico y ser un suelo franco, el cultivador cambio el café por el anturio, pero conservo los cultivos de plátano para conservar la sombra natural que estas plantas proporcionan al anturio.

Figura 31

Estado cultivo floricultor tres (3)



Fuente: Autoría Propia

Al no cubrir al 100% el anturio con la sombra que proporcional las plantaciones de plátano, algunas de las flores no presentan una calidad idónea para ser conservadas.

Figura 32*Flor imperfecta*

Fuente: Autoría Propia

La producción de semillas se realiza igual que en la mayoría de los cultivos, dejar que el tallo produzca raíces en el piso para posteriormente, una vez produzca hijos nuevos, trasplantar estos a un nuevo terreno.

Figura 33*Obtención de semillas por floricultor tres (3)*

Fuente: Autoría Propia

La podredumbre de tallo afecta, aunque en menor medida en comparación con el cultivo mencionado anteriormente.

Figura 34

Estado cultivo floricultor cuatro (4)



Fuente: Autoría Propia

Análisis del suelo del cultivo del pequeño productor Alejandro Muñoz

Suelos mixto predominando arenoso, por lo tanto tiende a la resequead bajo condiciones de temporada cálida, razón por la cual necesita de aspersores de agua, aunque al hacer uso de estos, no se está realizando un control adecuado de la cantidad de agua necesaria para la planta, como en la mayoría de cultivos, la podredumbre en el tayo la afecta aunque en mayor medida, es un suelo que no ha sido tratado con material orgánico, por lo tanto no optan por ayudar con nutrientes procedentes de abonos químicos.

Figura 35

Estado de cultivo floricultor cinco (5)



Fuente: Autoría Propia

No cuenta con demasiada sombra al solo hacer unas pocas plantaciones de plátano, razón por la cual, el sol afecta las plantas en mayor medida.

Figura 36

Sombra presente en el cultivo



Fuente: Autoría Propia

La carencia de material orgánico para enriquecer el suelo hace que la calidad de la planta sea inferior en comparación con los demás cultivos.

Figura 37

Efectos del sol en la plantación de anturio



Fuente: Autoría Propia

Estos cinco cultivos analizados tienen condiciones favorables, aunque los procesos de producción no son los mismos por lo que las afectaciones son distintas, los factores del suelo y de sombra son los más importantes y determinantes cuando se trata de obtener un producto de calidad y competitivo.

Identificación de requerimientos de la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca

En este capítulo se definieron los requisitos funcionales y no funcionales, basados en el estándar IEEE 830 se refiere a la Especificación de Requisitos de Software (SRS) para el desarrollo de una aplicación móvil basada en tecnología IoT, orientada a optimizar los cultivos de Anturio en la Vereda de Java, municipio de Viotá, Cundinamarca, considerando la caracterización de la población y los analices obtenidos en los cultivos objeto de estudio.

Levantamiento de requisitos funcionales y no funcionales

Se establecerán los requisitos funcionales y no funcionales, basados en el estándar IEEE 830 se refiere a la Especificación de Requisitos de Software (SRS).

Requisitos Funcionales

Figura 38

Requisito funcional 001

Número de requisito	RECF001
Nombre de requisito	Registro del usuario
Características	Creación e ingreso de usuario a la aplicación
Descripción	La aplicación solicitara datos al agricultor quien ingrese por primera vez para el registro y creación del usuario.
Requisito no funcional	RECN001 RECN002 RECN005 RECN006 RECN007
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito funcional 001 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 39

Requisito funcional 002

Número de requisito	RECF002
Nombre de requisito	Validación de datos del usuario
Características	Ingreso nombre de usuario. Ingreso de contraseña. Validación de datos y mensaje de datos errados.
Descripción	Una vez registrado el usuario, la aplicación pedirá los datos de usuario de ingreso, tendrá la opción de guardar el login para no tener que ingresar un registro nuevamente.
Requisito no funcional	RECN001 RECN002 RECN005 RECN006 RECN007
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito funcional 002 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 40

Requisito funcional 003

Número de requisito	RECF003
Nombre de requisito	Salida del usuario
Características	Mensaje de confirmación de cierre de sesión. Mensaje de guardar la información proporcionada a la aplicación antes de salir.
Descripción	Al cerrar la aplicación, esta le enviará un mensaje al usuario indicando si desea cerrar sesión o mantener sesión iniciada, si elige la primera opción, al abrir nuevamente la aplicación, deberá loguearse nuevamente.
Requisito no funcional	RECN001 RECN005 RECN006 RECN004
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito funcional 003 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 41

Requisito funcional 004

Número de requisito	RECF004
Nombre de requisito	Ingreso de datos del cultivo
Características	Ingreso de datos por digitación del usuario. Ingreso de datos por información de hardware (sensores de medición enlazados por Arduino).
Descripción	El ingreso de datos a la aplicación se realizará por dos métodos, a través de las herramientas de medición enlazadas mediante Arduino y a través de digitación del usuario directamente.
Requisito no funcional	RECN001 RECN002 RECN005 RECN006 RECN007 RECN008
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito funcional 004 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 42

Requisito funcional 005

Número de requisito	RECF005
Nombre de requisito	Eliminar información
Características	Elimina información desactualizada o que el usuario crea irrelevante. Mensaje de confirmación de eliminación de información.
Descripción	En cada visualización de la información ingresada por el usuario, el sistema dispondrá de la opción de eliminar la información que el usuario desee.
Requisito no funcional	RECN001 RECN002 RECN005 RECN006 RECN007
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito funcional 003 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 43

Requisito funcional 006

Número de requisito	RECF006
Nombre de requisito	Consulta de información del tratamiento para el cultivo.
Características	Toma información de base de datos en la nube sobre los tratamientos según especificaciones dadas por el usuario.
Descripción	Consulta de información de usuario para el tratamiento del cultivo de acuerdo a los parámetros ingresados a la aplicación.
Requisito no funcional	RECN001 RECN002 RECN005 RECN006 RECN007
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito funcional 006 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 44

Requisito funcional 007

Número de requisito	RECF007
Nombre de requisito	Notificaciones de actividades
Características	La aplicación envía mensajes de cronograma de actividades de acuerdo a los parámetros establecidos previamente.
Descripción	Una vez el usuario ingrese los datos tanto por medición como por características descritas del cultivo, se creará un cronograma de actividades para tratar el problema que presenta el cultivo, donde enviara notificación para cumplir dicho cronograma.
Requisito no funcional	RECN001 RECN006 RECN007
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito funcional 003 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 45

Requisito funcional 008

Número de requisito	RECF008
Nombre de requisito	Visualización de información sobre el cultivo
Características	Todos los datos recopilados utilizando la agricultura de precisión, podrán ser visualizados por el cultivador.
Descripción	Los datos que recopile la aplicación definirán el tipo de tratamiento para la planta, el cual será visible para el cultivador mediante una interfaz amigable.
Requisito no funcional	RECN001 RECN002 RECN005 RECN006 RECN007
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito funcional 003 para el desarrollo de la aplicación.

Requisitos No funcionales

Figura 46

Requisito no funcional 001

Número de requisito	RECN001
Nombre de requisito	Diseño intuitivo de interfaces
Características	Establecer los lineamientos que debe cumplir la app para la consulta y manejo de cultivos de flores por parte de los floricultores
Descripción	La app contiene una interfaz sencilla intuitiva de fácil manejo para el floricultor. Debe ser un sitio 100% responsive, esto porque muchos de los usuarios ingresaran a través de distintos dispositivos.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito no funcional 001 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 47*Requisito no funcional 002*

Número de requisito	RECN002
Nombre de requisito	Mantenimiento
Características	Copias de seguridad, actualizaciones, bases de datos, entre otros requerimientos que garanticen la operatividad de la app.
Descripción	La aplicación debe contener documentación que sea constantemente actualizada y permita realizar operaciones de mantenimiento con un bajo esfuerzo. Se debe garantizar que la app cuente con una base de datos para el almacenamiento de información y que esta realice copias periódicamente de seguridad.
Prioridad del requisito	Alta/esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito no funcional 002 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 48*Requisito no funcional 003*

Número de requisito	RECN003
Nombre de requisito	Escalabilidad
Características	Requerimiento para realizar mejoras a futuro con el fin de brindar una mejor experiencia al usuario final en base a la operatividad al momento de implementar su uso.
Descripción	El software debe ser fácilmente escalable con el fin de agregar nuevas funcionalidades en un futuro
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito no funcional 003 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 49

Requisito no funcional 004

Número de requisito	RECN004
Nombre de requisito	Identificación de fallos
Características	Durante la etapa de pruebas, se debe garantizar que sean identificados todos los fallos posibles que se puedan presentar, con el fin de gestionar una solución oportuna.
Descripción	El software debe contar con la facilidad de identificar y resolver errores durante la etapa de pruebas
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito no funcional 004 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 50

Requisito no funcional 005

Número de requisito	RECN005
Nombre de requisito	Seguridad
Características	Se define los requisitos de seguridad que debe cumplir la aplicación para garantizar el acceso seguro, la protección de datos personales y las buenas prácticas en su implementación.
Descripción	La aplicación debe permitir solo el acceso a las personas registradas. Debe garantizar la seguridad en los datos que se alojan en la app o base de datos.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito no funcional 005 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 51

Requisito no funcional 006

Número de requisito	RECN006
Nombre de requisito	Operatividad
Características	Se define el tiempo en línea de la aplicación, el cual debe estar comprendido en una operatividad del 95% o superior con el fin que el usuario pueda conectarse a cualquier hora, realizar sus actividades sin inconvenientes.
Descripción	Al tratarse de una aplicación que basara su aplicabilidad en los datos procedentes de la nube, este debe garantizar una permanencia en línea superior a un 95%, esto debido a que se requerirá una operatividad de 24 horas al día, este se garantizaría dependiendo del sistema de hospedaje (hosting) contratado para el proyecto.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito no funcional 006 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 52

Requisito no funcional 007

Número de requisito	RECN007
Nombre de requisito	Compatibilidad con SO Android
Características	Disponible para descarga en los dispositivos Android.
Descripción	Esta app debe ser compatible para sistemas operativos Android, así como, estar sujeta a las políticas establecidas por Google Play para permitir que las aplicaciones sean distribuidas sin infringir ninguna norma.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito no funcional 007 para el desarrollo de la aplicación.

Figura 53

Requisito no funcional 008

Número de requisito	RECN008
Nombre de requisito	Enlace con Arduino
Características	La app debe tener un enlace de conexión con Arduino.
Descripción	La app se crea con flutter por lo que se hace necesario crear una conexión con Arduino para hacer uso de la recolección de datos del cultivo por medición de sensores.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta tabla muestra el requisito funcional 008 para el desarrollo de la aplicación.

Tablas de casos de uso

Tabla 1

Casos de Uso

Actores	Caso de Uso	Descripción
FLORICULTORES	Ingresar	Una vez realicen el registro, estos deben tener un nombre de usuario y contraseña de ingreso con los privilegios catalogados según perfil.
	Validar	El sistema validara los datos ingresados por el actor antes del ingreso, si son correctos permitirá el ingreso, si estos son incorrectos, enviara un mensaje de ingresar los datos nuevamente o abandonar.
	Salir	El actor luego de realizar las funciones correspondientes en la aplicación debe salir del sitio, para los floricultores tienen disponible la opción de salir sin cerrar sesión.
	Consultar	El actor floricultor tiene la opción de consultar información referente a su cultivo y los procesos que se hayan especificado previamente.
	Notificar	Según la actividad referente al cultivo a realizar, la aplicación enviara una notificación al floricultor sobre la tarea a realizar.
	Visualizar	El floricultor visualiza la información referente a su cultivo y el cuidado y tratamiento de determinado problema según información proporcionada previamente.
	Alimentar	El floricultor ingresa datos de su cultivo tanto por su cuenta como por dispositivos de medición como sensores de PH, temperatura, humedad, entre otros.
	Registrar	Tanto los floricultores como el administrador de la aplicación deben realizar un registro previo al ingreso a la aplicación.

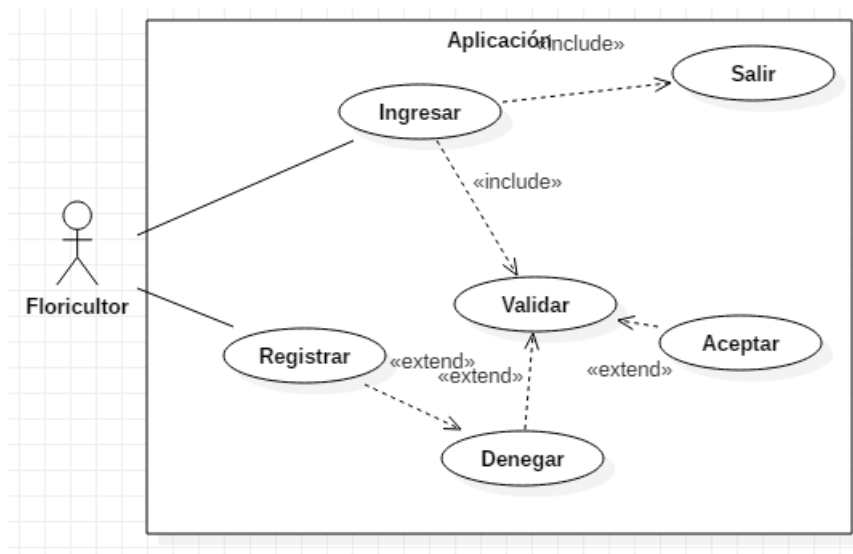
Nota: Esta tabla muestra los casos de uso relacionados con cada uno de los actores involucrados en la aplicación y la descripción de estos.

Diagramas de casos de uso

En la figura 54, se relaciona el diagrama de casos de uso para el proceso de ingreso a la aplicación, en la cual el usuario final cuenta con un usuario y contraseña único que les habilita las funcionalidades de la aplicación, para el caso del usuario final, al acceder a la aplicación tiene la opción de realizar un registro o en caso de contar con uno, de ingresar con sus credenciales.

Figura 54

Caso de uso ingreso a la aplicación.



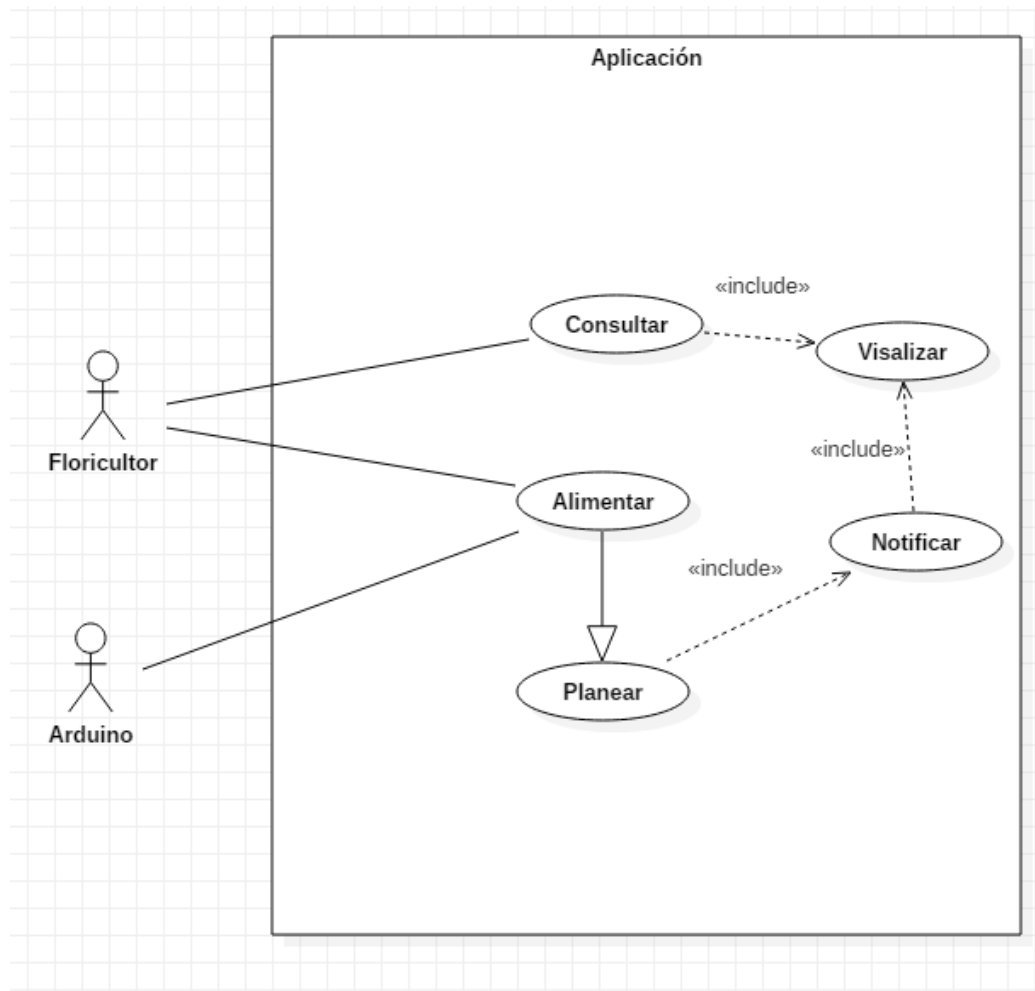
Fuente: Autoría Propia

Luego del ingreso, en la figura 55 se muestra el diagrama de casos de uso para las funciones disponibles para el floricultor, se observa las operaciones a las cuales podrá acceder a través de la aplicación, siendo estas la consulta de información, el ingreso de

datos de forma manual o a través de mediciones con herramientas de medición y recolección de datos a través de Arduino; la visualización de la información y de los resultados del tipo de consulta y la programación de notificaciones a través de una planeación de los procesos recomendados por la aplicación.

Figura 55

Caso de uso elección de opciones en la aplicación.



Fuente: Autoría Propia.

Alcance: Una vez identificados los requerimientos, el alcance incluye la definición de la funcionalidad del sistema necesaria para cumplir con las necesidades de los floricultores, abordando aspectos como la experiencia del usuario, el rendimiento, la seguridad y la compatibilidad de la aplicación móvil. También se incluye la integración con tecnología IoT para el monitoreo en tiempo real de las condiciones del suelo, específicamente la humedad y el pH.

Perspectiva del Producto

El sistema propuesto consistirá en una red de sensores conectados a un microcontrolador ESP32, que monitoreará en tiempo real los niveles de humedad y pH del suelo. Los datos serán transmitidos mediante BLE a una aplicación móvil, donde los usuarios podrán visualizar la información, recibir alertas y gestionar las condiciones de cultivo.

Funciones del Producto

Monitoreo en tiempo real de la humedad del suelo y pH.

Alertas cuando los parámetros críticos estén fuera de los rangos definidos.

Registro histórico de datos para análisis a largo plazo.

Control de acciones basadas en los datos recolectados.

Características del Usuario

Floricultores en la Vereda de Java, municipio de Viotá, Cundinamarca, que trabajan en el cultivo de Anturio, con un nivel bajo de experiencia en tecnología. La mayoría de

ellos no están familiarizados con el uso de aplicaciones móviles complejas ni con la tecnología IoT.

Administradores de la infraestructura tecnológica, responsables de la configuración y mantenimiento del sistema IoT.

Restricciones

El sistema debe operar con un consumo mínimo de energía debido a la utilización de baterías en los sensores.

Debe garantizarse la integridad y confidencialidad de los datos transmitidos entre los sensores y la aplicación móvil.

La aplicación debe ser compatible con dispositivos móviles de gama baja o media, que son más comunes entre los usuarios objetivo.

La aplicación debe ser altamente intuitiva, con una interfaz de usuario simple, utilizando gráficos y símbolos fáciles de entender.

Se deben proporcionar guías visuales y tutoriales dentro de la aplicación para ayudar a los usuarios a familiarizarse con sus funciones.

Suposiciones y Dependencias

Se asume que los floricultores disponen de dispositivos móviles compatibles con BLE.

El sistema depende de la disponibilidad de conexión Bluetooth y de la correcta calibración de los sensores utilizados.

Identificación de tecnologías

Android Studio: Es un entorno de desarrollo oficial para Android basado en tecnología de software IntelliJ IDEA de JetBrains, es compatible con C++, NKD y Google Cloud Platform (Hohensee, 2014)

Flutter: SDK de código abierto desarrollado por Google, este utiliza lenguaje de programación Dart para el desarrollo de aplicaciones como alternativa a JavaScript.

Arduino: Es una plataforma de electrónica de código abierto que cuenta con software y hardware de uso fácil para la generación de tipos de microordenadores de una sola placa en distintos tipos de proyectos de desarrollo de modelos autónomos o que interactúen con programas y con entornos físicos gracias a la integración de sensores y actuadores.

Bluetooth Low Energy (BLE): Tecnología de red de área personal inalámbrica desarrollada por Bluetooth SIG, esta tecnología fue diseñada con el fin de mantener un bajo consumo de energía frente al Bluetooth original conservando las funcionalidades principales, este es compatible con los principales sistemas operativos móviles iOS, Android, Windows y Phone.

Microcontrolador ESP32 para la interfaz de conexión con Arduino: De la familia de los chips SoC, este es un microcontrolador de bajo costo y con bajos niveles de consumo de energía, además de incluir la funcionalidad para integrar a dispositivos móviles mediante Bluetooth, posee las siguientes características.

Microprocesador de 32 bits Xtensa LX6 con doble núcleo, opera a 160 o 240 MHz con un rendimiento de hasta 600DMIPS y coprocesador de ultra baja energía ULP.

Una memoria de 520 KB SRAM.

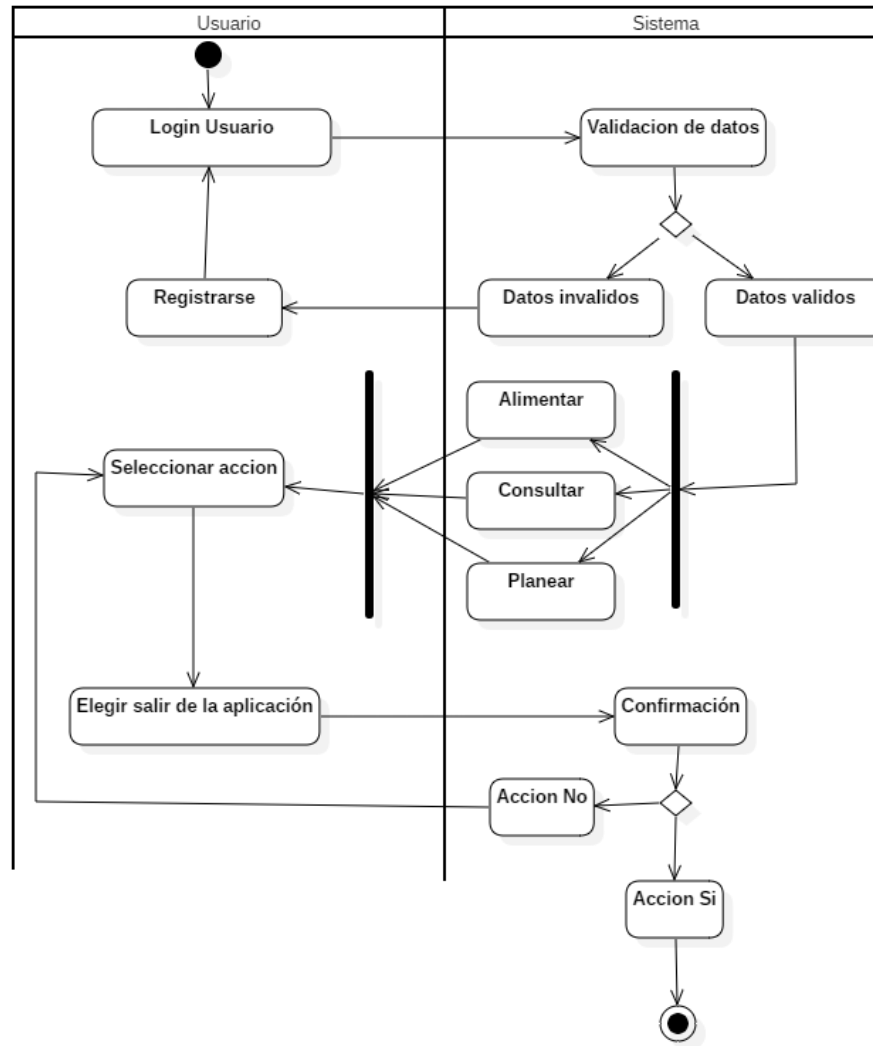
Conectividad inalámbrica Wifi: 802.11 b/g/n y Bluetooth: v4.2 BR/EDR y BLE.

Diseño de la arquitectura de la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca

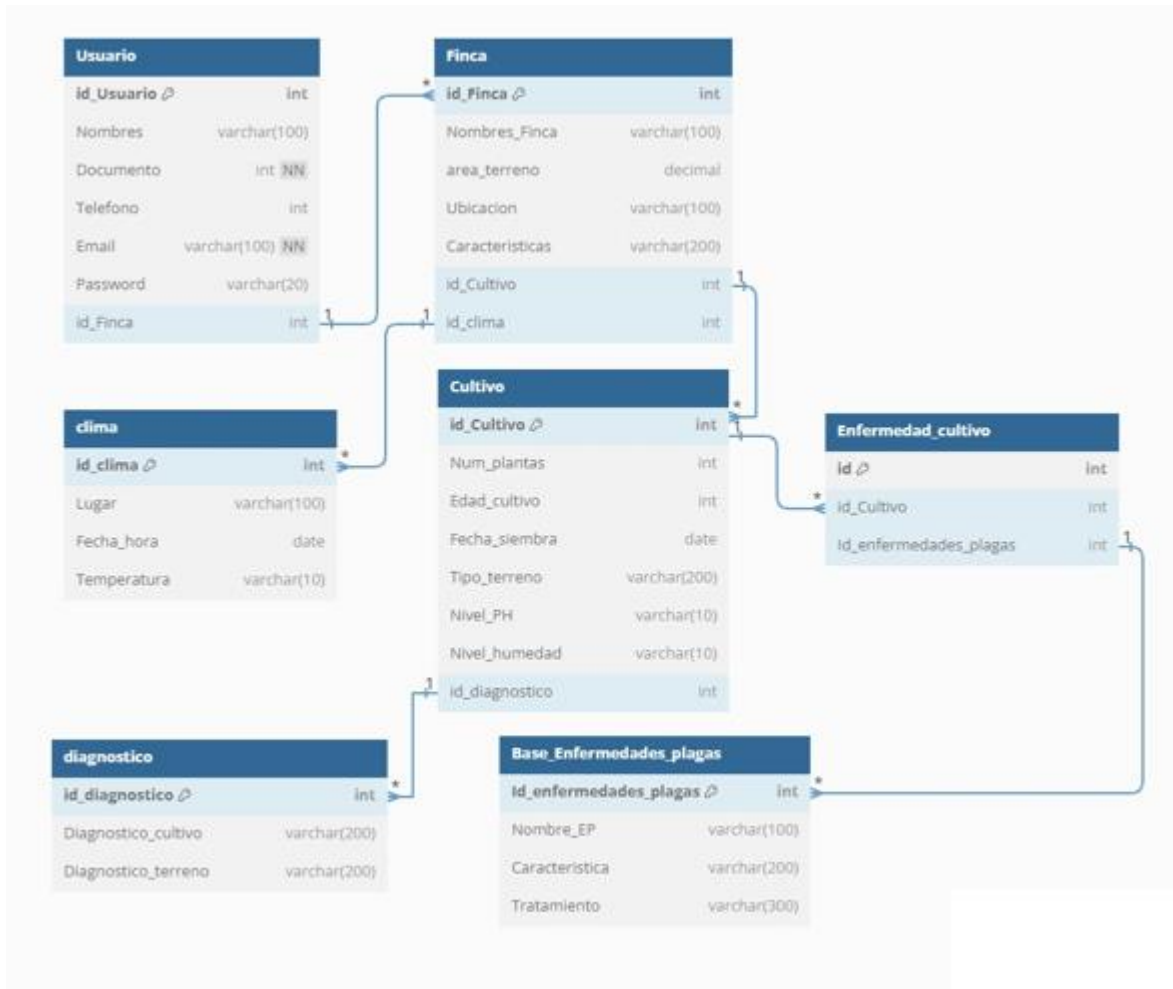
En este apartado se presenta el diseño de la arquitectura de la aplicación, la cual se basa en el Modelo Vista-Modelo de Vista (MVVM), para definir la estructura lógica del sistema a continuación se presenta la vista de procesos, representado por el diagrama de actividades, el modelo de datos, que describe como se estructuran y almacenan los datos, la vista lógica está representada por el diagrama de clases que contiene las entidades con sus atributos y métodos así como las relaciones entre ellas y el modelo de interfaces que define la interacción entre el usuario y el sistema.

Vista de Procesos - Diagrama de actividades

En la figura 56, se evidencia el diagrama de actividades en el cual se ilustra de manera general de la secuencia de las actividades realizadas de la aplicación, dentro de estas actividades se evidencia el inicio de sesión, el registro y validación de datos de usuarios, agregación de información de fincas y cultivos, consulta de información y el cierre de sesión.

Figura 56*Diagrama de actividades**Fuente: Autoría Propia***Modelo de datos**

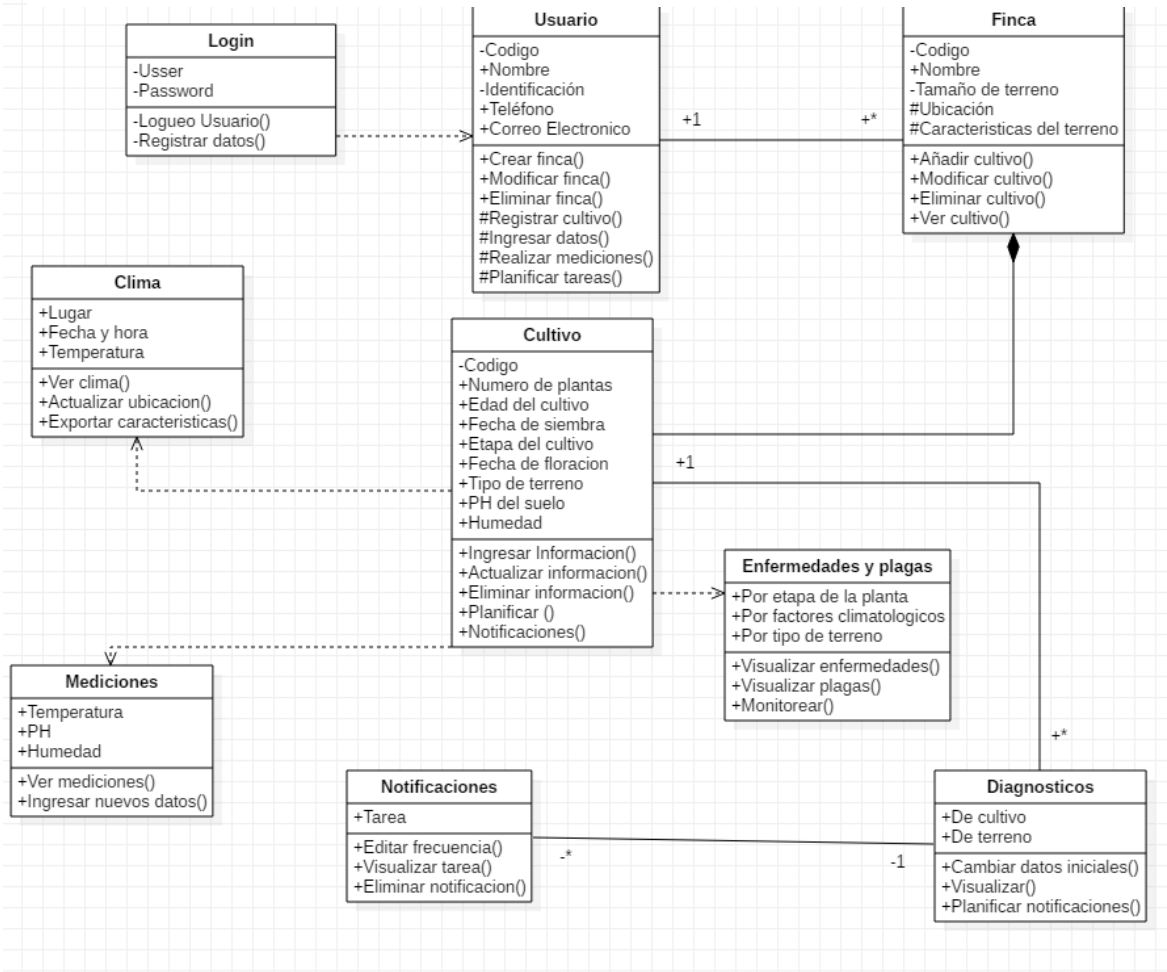
En la figura 57 se puede observar el modelo de datos de la aplicación, y la relación entre cada uno de estos, los cuales componen la estructura de la base de datos implementada para la aplicación móvil.

Figura 57*Modelo entidad relación**Fuente:* Autoría Propia**Vista Lógica Diagrama de clases**

En la figura 58 se ilustra el diagrama de clases de la aplicación, en este se puede ver las clases que describen la estructura del sistema mostrando sus atributos, sus métodos y las relaciones entre cada uno de los objetos.

Figura 58

Diagrama de actividades



Fuente: Autoría Propia

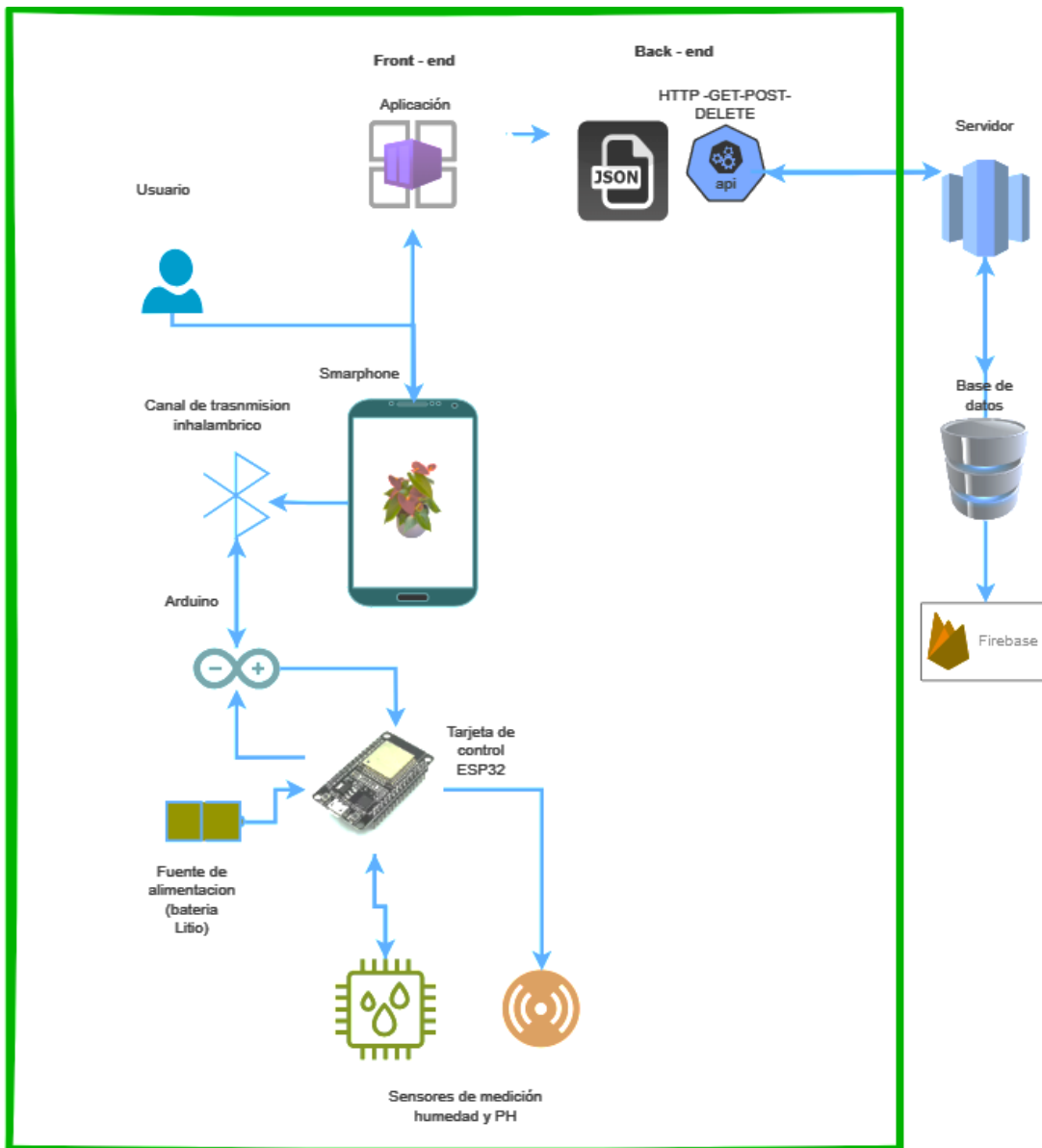
Arquitectura seleccionada

El patrón de arquitectura de software seleccionado es el Modelo Vista-Modelo de Vista (MVVM), que se caracteriza por separar la lógica de la aplicación de la interfaz de usuario (Castillo Gómez, 2022). En esta arquitectura, el modelo representa la capa de datos y la lógica de negocios, conteniendo solo la información sin acciones o servicios, y no depende de ninguna vista. La vista muestra la información mediante elementos visuales que incluyen comportamientos, eventos y enlaces a datos. Como intermediario, el modelo de la vista contiene la lógica de presentación y se comunica con el modelo a través de enlaces de datos.

Diagrama de arquitectura

En la figura 59 se muestra el diseño general de la arquitectura de la aplicación, donde se integra el uso de herramientas IoT como sensores de temperatura y PH mediante Arduino y conexión vía Bluetooth a la aplicación móvil, esta a su vez almacena toda la información en la plataforma de base de datos Firebase.

Diagrama de arquitectura



Fuente: Autoría Propia

Diagrama de arquitectura de módulos de sistema

En la figura 60 se muestra el diseño de la arquitectura de módulos del sistema con la implementación de las soluciones IoT para ayudar en las necesidades de producción de flor de anturio para los pequeños floricultores del municipio de Viotá Cundinamarca.

Se referencia para el desarrollo de la arquitectura de módulos del sistema, el protocolo de red TCP/IP el cual es un conjunto de guías y reglas para hacer posible la comunicación y el intercambio de información entre un equipo y una red. Asegura una conexión punto a punto estableciendo los procesos de formateo, dirección transmisión y enrutado de datos (Castillo, 2020).

Con este modelo se establecen 4 capas distintas las cuales se relacionan a continuación.

Capa física: En esta capa se define el acceso físico de los equipos IoT, en este caso se presenta el cultivo, el cual mediante los sensores de humedad y de PH, envían información al sistema.

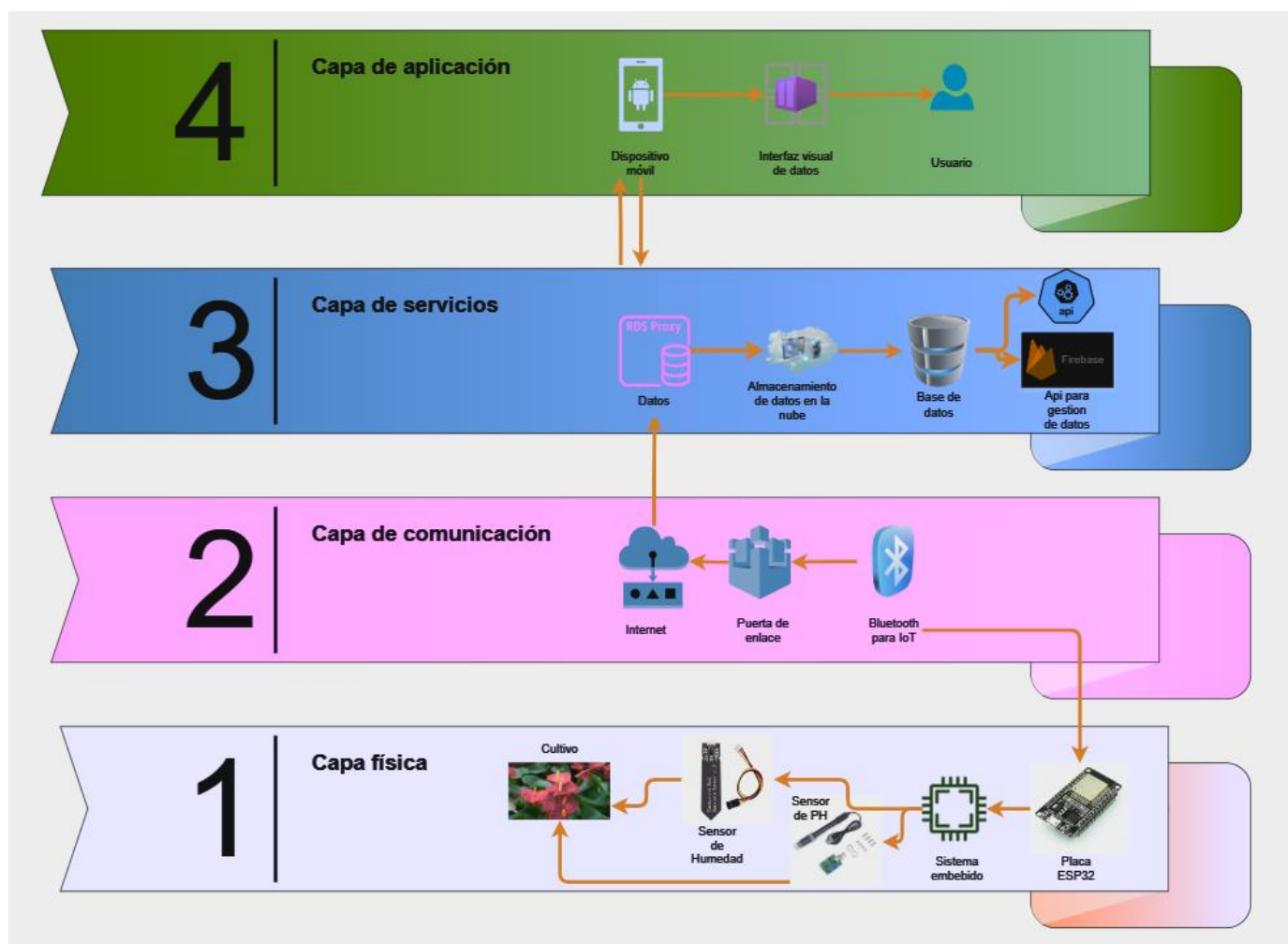
Capa de comunicación: la información recolectada en la capa física es enviada posteriormente a la capa de comunicación a través de la puerta de enlace (Gateway) mediante tecnología Bluetooth.

Capa de servicios: En esta capa los datos son almacenados en la nube con el uso de la plataforma firebase que utiliza una base de datos en tiempo real NoSQL basada en Google Cloud.

Capa de aplicación: Con la estructura definida en las tres capas anteriores, la capa de aplicación se muestra la aplicación que permite al usuario final realizar las distintas consultas basadas en las mediciones realizadas con las herramientas IoT proporcionadas. A continuación, se presenta las distintas capas descritas en el apartado anterior.

Figura 60

Diagrama de arquitectura de módulos del sistema



Fuente: Autoría Propia

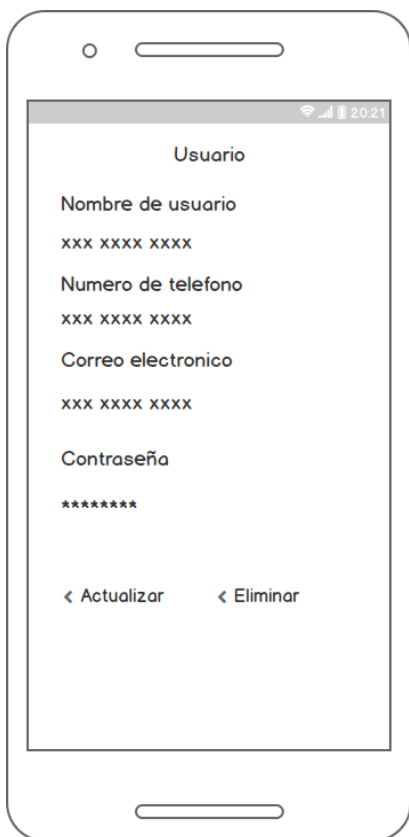
Diseño de interfaces.

Para el diseño de las interfaces de la app AgroApp para el diagnóstico de cultivos de Anturios, se utilizó la herramienta Balsamiq muckups que permite crear prototipos de baja fidelidad, pero con alto impacto para la maquetación de interfaces de usuario.

Diseño de la interface registro de usuario: Luego de elegir el inicio de sesión mediante número de teléfono, se pedirá al usuario sus datos básicos, así como la generación de una contraseña, en la figura 61 se observa cómo quedará esta interface.

Figura 61

Modelo de interfaz de registro de usuario



Fuente: Autoría Propia

Inicio de sesión: Se plantea un inicio de sesión sencillo, donde el usuario ingresará su usuario y contraseña, en caso de ser usuario nuevo y no contar con un registro, podrá hacerlo mediante una cuenta de Google o una cuenta de Facebook, también podrá hacerlo con su número de celular y sus datos básicos.

Figura 62

Modelo de interfaz de inicio de sesión



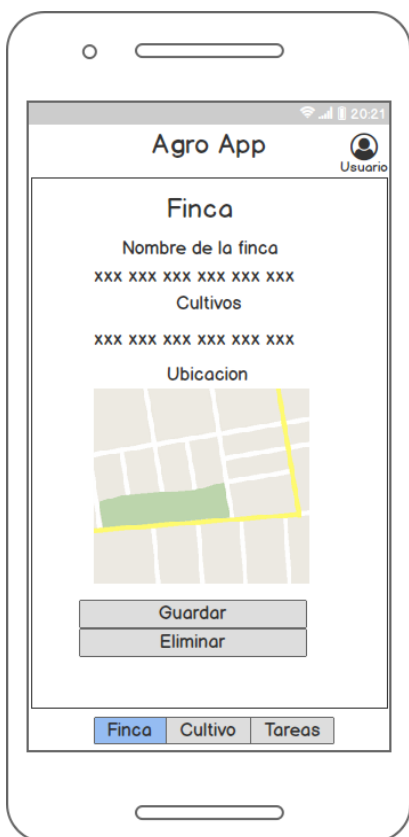
Fuente: Autoría Propia

Nueva finca: Con la opción nueva finca, el usuario tendrá la opción de redireccionarse hacia las fincas creadas y guardadas, así como ver la vista de creación de nueva finca de acuerdo a los requerimientos del usuario. el usuario podrá acceder a la interfaz para crear

una nueva finca utilizando los datos básicos de esta, como el nombre, la ubicación, además de ingresar uno o más cultivos que se encuentren en la finca

Figura 63

Modelo de interfaz de creación nueva finca

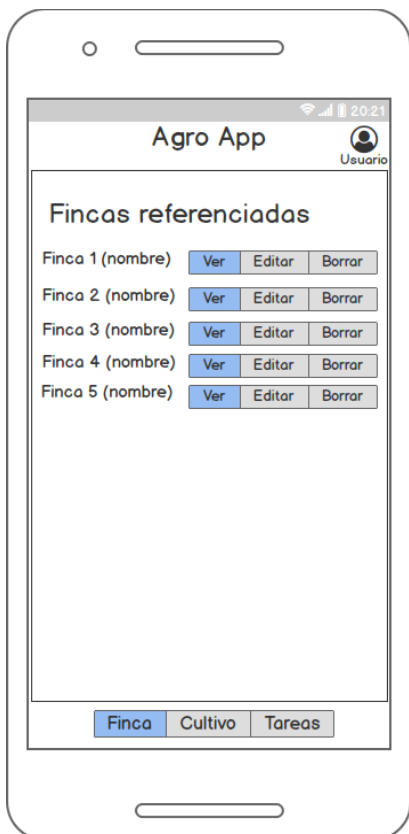


Fuente: Autoría Propia

Ver finca: La interfaz de visualizar fincas, permite al usuario acceder a la información acerca de las fincas guardadas en el sistema, estas aparecerán en listas ordenadas de más nueva a más antigua, además de las opciones de ver, editar o eliminar finca.

Figura 64

Modelo de interfaz de ver fincas



Fuente: Autoría Propia

Ingresar a cultivos: Al ingresar a cultivos, el usuario tendrá las opciones de visualizar los cultivos existentes, crear nuevos cultivos, ver las tareas relacionadas a los cultivos y ver el mapa relacionado a los cultivos.

Figura 65

Modelo de interfaz de ingreso a cultivos

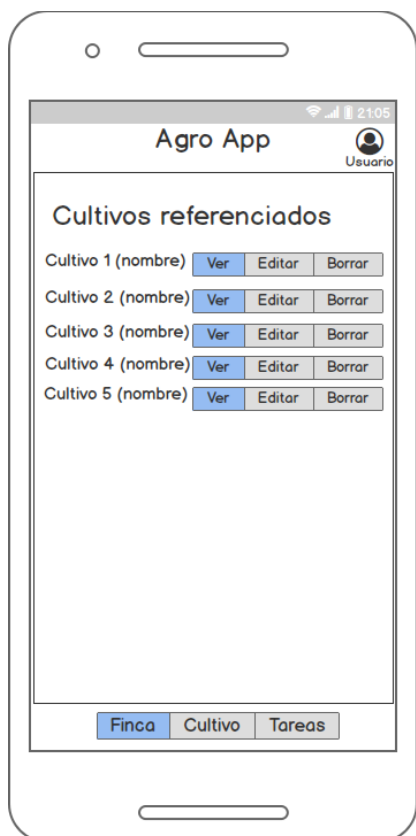


Fuente: Autoría Propia

Cultivos referenciados: Al hacer clic en la opción ir a cultivos, el usuario, podrá ver, editar y borrar cada uno de los cultivos ingresados previamente mediante la interfaz ingreso de cultivos.

Figura 66

Modelo de interfaz de elegir cultivo

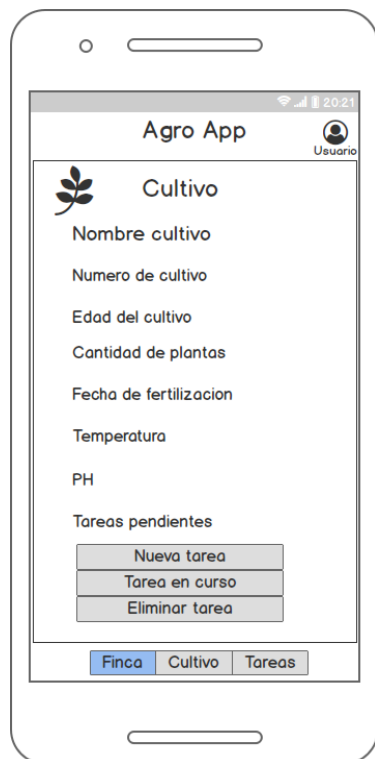


Fuente: Autoría Propia

Cultivo: En esta interfaz el usuario realizara las consultas correspondientes a los cultivos, como la información que se ha ingresado referente a los cultivos y las tareas programadas para los cultivos, además se podrá elegir si actualizar, eliminar o ingresar una nueva tarea.

Figura 67

Modelo de interfaz de tareas cultivos

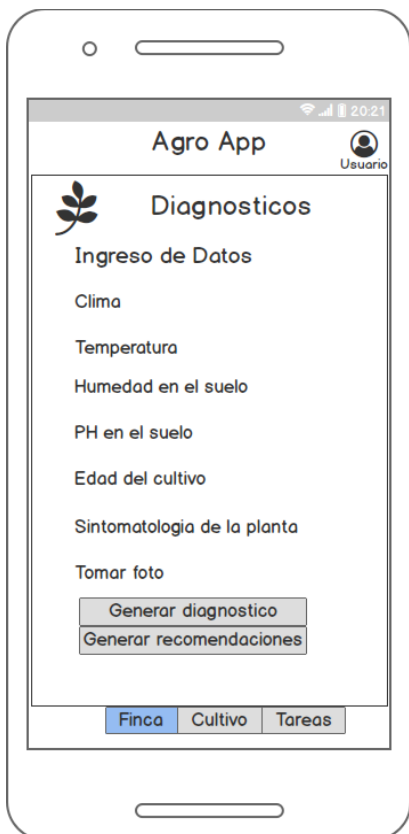


Fuente: Autoría Propia

Ingresar datos para el diagnóstico del cultivo: El usuario puede ingresar los datos recopilados a través de la observación y la medición mediante herramientas que envíen los datos de medición directamente a la aplicación, además podrá tomar una foto para el análisis de la textura de la planta con el fin de tener un diagnóstico más acertado.

Figura 68

Modelo de interfaz de ingreso de datos

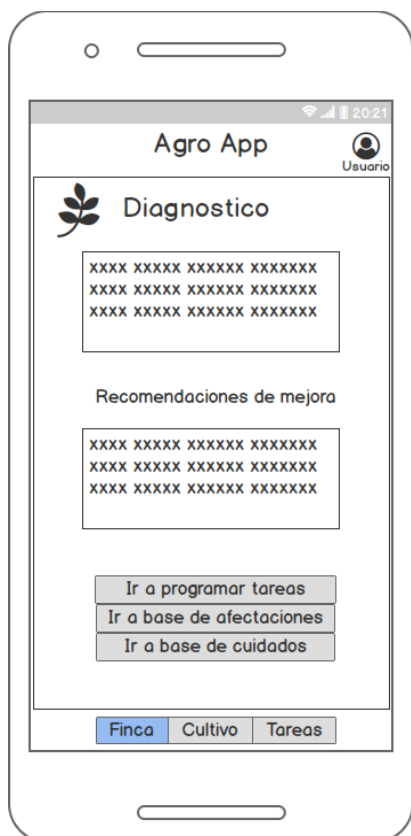


Fuente: Autoría Propia

Ver diagnóstico del cultivo: Luego de ingresar los datos necesarios para la lectura del diagnóstico, este comparará la sintomatología de la planta mediante imágenes, clima, temperatura, PH del suelo, entre otros diagnósticos con el fin de llegar a un resultado más exacto que permita al floricultor tomar decisiones en base al tipo de tratamiento que aplicara al cultivo.

Figura 69

Modelo de interfaz de diagnósticos y recomendaciones

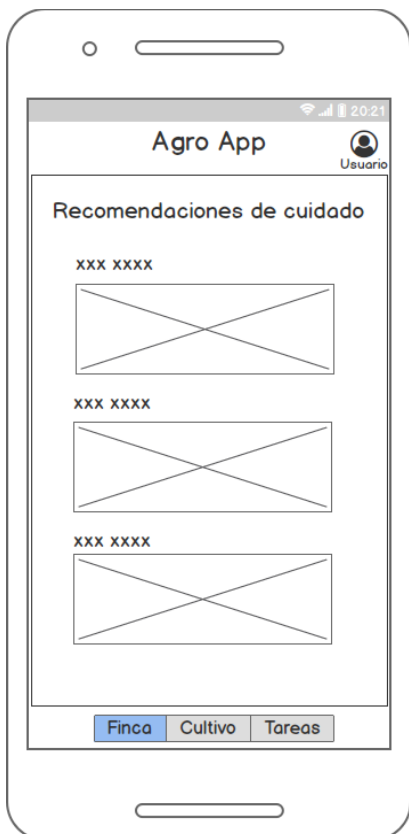


Fuente: Autoría Propia

Recomendaciones de cuidado: luego de realizar el diagnostico, la aplicación le recopilara al usuario una serie de recomendaciones y cuidados según el diagnostico dado, estas recomendaciones se podrán utilizar para programar las distintas tareas para llevar a cabo en el cultivo.

Figura 70

Modelo de interfaz de recomendaciones de cuidado

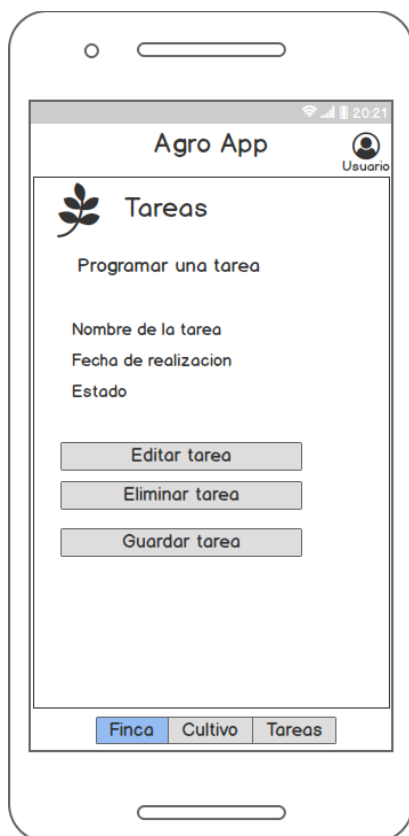


Fuente: Autoría Propia

Programar tareas: estas tareas se podrán ingresar en la interfaz dada, donde se asignará un nombre a la tarea y se realizara una pequeña descripción o si lo prefiere, una explicación detallada de la tarea a llevar a cabo, estas tareas generarán notificaciones al usuario con el fin que las fechas importantes para llevarlas a cabo no sean ignoradas.

Figura 71

Modelo de interfaz de tareas

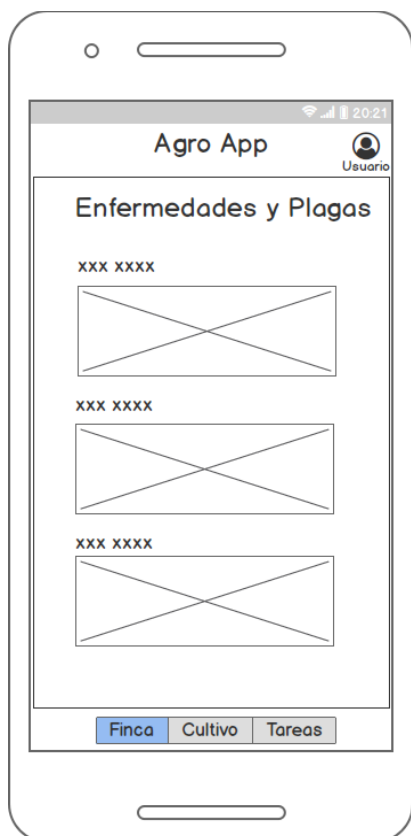


Fuente: Autoría Propia

Lista de enfermedades y plagas: además de las funcionalidades previamente mencionadas, la aplicación facilitará al usuario un listado de las plagas y enfermedades que suelen afectar la planta, así como las recomendaciones y cuidados que se deben llevar a cabo para prevenir dichas complicaciones en el cultivo.

Figura 72

Modelo de interfaz de lista de enfermedades y plagas

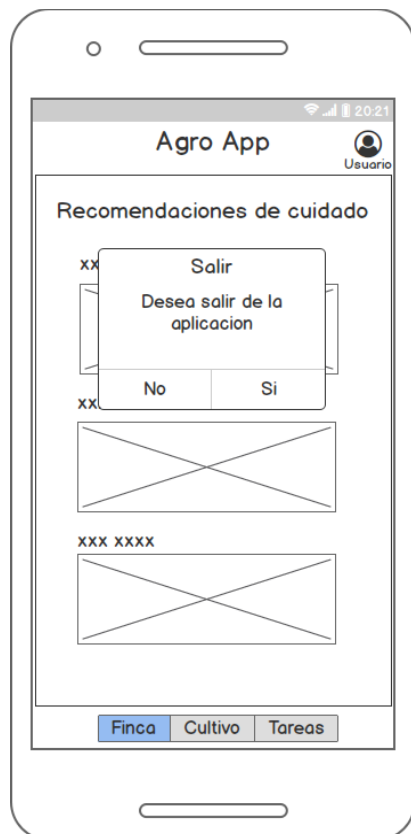


Fuente: Autoría Propia

Salir: con esta opción el usuario saldrá de la aplicación luego de haber guardado previamente la información.

Figura 73

Modelo de interfaz de salir



Fuente: Autoría Propia

Desarrollo de la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca

En este capítulo se detalla el desarrollo de la aplicación, incluyendo el lenguaje de programación utilizado, la base de datos y el entorno de desarrollo. También se describen las integraciones con otras fuentes de información, como API y datos relacionados con los procesos de producción, la conexión con las herramientas IoT las cuáles serán las que proporcionen los datos de entrada a la aplicación para la correcta interpretación de los datos que ayudarán a mejorar los procesos de producción en la toma de decisiones para el usuario final. Se proporciona una explicación exhaustiva del desarrollo tanto del back-end como del front-end de la aplicación.

Para el desarrollo de la aplicación fue necesario el uso de software para cada etapa de desarrollo del proyecto, los cuales se describen a continuación.

Flutter: para el desarrollo de la estructura y el diseño de las interfaces de usuario se utilizó el SDK flutter por ser un marco de desarrollo multiplataforma.

Firebase: se utilizó Firebase como método de almacenamiento de los datos de la aplicación ya que es una base de datos NoSQL que permite el almacenamiento y procesamiento de información en tiempo real.

Rapid Api: Es un centro de desarrollo de API para desarrolladores donde se puede acceder a servicios de API de manera gratuita dependiendo del proyecto a realizar.

WeatherAPI.com: es un proveedor de API para geolocalización y clima gratuito administrado que proporciona API para pronósticos de tiempo, astronomía, geolocalización entre otros (RapidAPI, s/f)

Bluetooth Low Energy (BLE): como método de conexión con los dispositivos IoT para las mediciones de niveles de PH y humedad, esta tecnología de red de área personal tiene la ventaja de proporcionar al usuario el mismo alcance de conexión que el Bluetooth clásico, sumando un bajo consumo de energía.

Android Studio: como el entorno de desarrollo de la aplicación, proporciona características avanzadas que facilitan la ejecución y depuración del código.

Lenguaje Dart: como lenguaje de programación de código abierto de Google que utiliza flutter para el desarrollo de la aplicación.

Arduino IDE: como el entorno de programación de Arduino utilizado para la creación del código de integración entre la aplicación y el microcontrolador para obtener la información de mediciones mediante herramientas IoT.

Placa ESP32: modulo para la interconexión con los dispositivos IoT, el cual dentro de sus características se encuentra con interfaces bluetooth y wifi incorporado. Este procesador tiene dos núcleos de procesamiento con frecuencias controladas independientemente entre los 80 y 240 MHz.

Sensor de humedad del suelo (higrómetro): este mide la conductividad de humedad del suelo en el cual se coloca. Para este caso se utilizará un modelo HW-080 el cual consta de dos partes. En la primera se encuentra el módulo de medición estándar, posee un

comparador LM393 con un potenciómetro incluido en el circuito. La segunda es una resistencia variable que dependerá de la humedad que se encuentre en el suelo.

Sensor de PH: El sensor de PH monitorea la actividad de los iones de hidrogeno en una solución mediante electrodos midiendo el intercambio de iones a través de su membrana de vidrio comparándolo con el voltaje medido del electrodo interno.

Desarrollo de las funcionalidades para el floricultor

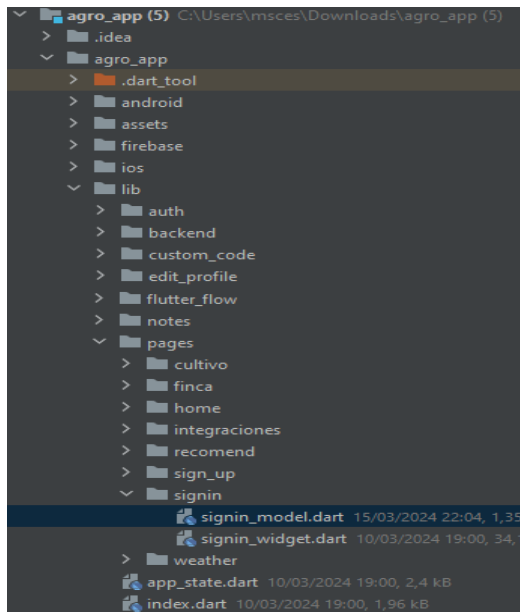
Interfaz de inicio de sesión

Diseño del inicio de sesión ubicada una vez el usuario realice la puesta en marcha de la APP, la cual está conformada por un textfield para ingreso de datos de login como usuario y contraseña, además cuenta con la opción de ver u ocultar la contraseña, un botón para el ingreso a la plataforma una vez sean validados los datos en la base de datos, en caso del usuario no estar logueado, enviara un mensaje de alerta y tiene la opción de crear una cuenta por primera vez.

Desarrollo desde el front-end

Figura 74

Desarrollo desde el front ent de login




Fuente: Autoría Propia

Visualización por el usuario desde la interfaz en la aplicación.

Figura 75

Diseño interfaz login



The image shows a login interface for 'Agro App'. At the top, the title 'Agro App' is displayed in a large, bold font, with the subtitle 'Aplicacion para el floricultor' below it. There are two input fields: the first is labeled 'Correo electronico' and the second is labeled 'Contraseña', which includes a small eye icon for toggling visibility. Below the password field is a blue button labeled 'Iniciar'. Underneath the button, there is a link that says 'Olvidaste tu contraseña'. At the bottom of the form, there is a blue link labeled 'Registrarse'.

Fuente: Autoría Propia

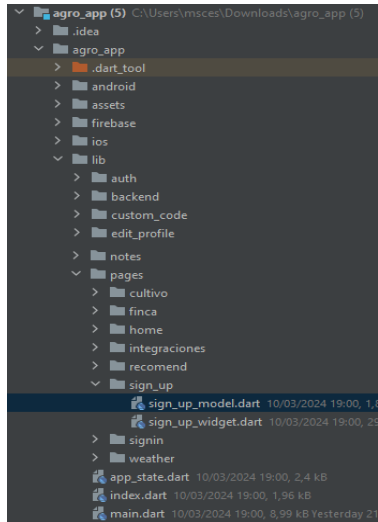
Interfaz de creación de cuenta por primera vez

Diseño de interfaz de creación de usuario por primera vez para que el usuario ingrese un correo electrónico y una contraseña para crear su cuenta y que esta quede guardada en la base de datos, consta de un textfield para la creación del correo electrónico, un textfield para la contraseña y para la confirmación de la contraseña y un botón para crear el usuario y guardar los datos.

Desarrollo desde el Front-end

Figura 76

Crear cuenta desde el front end

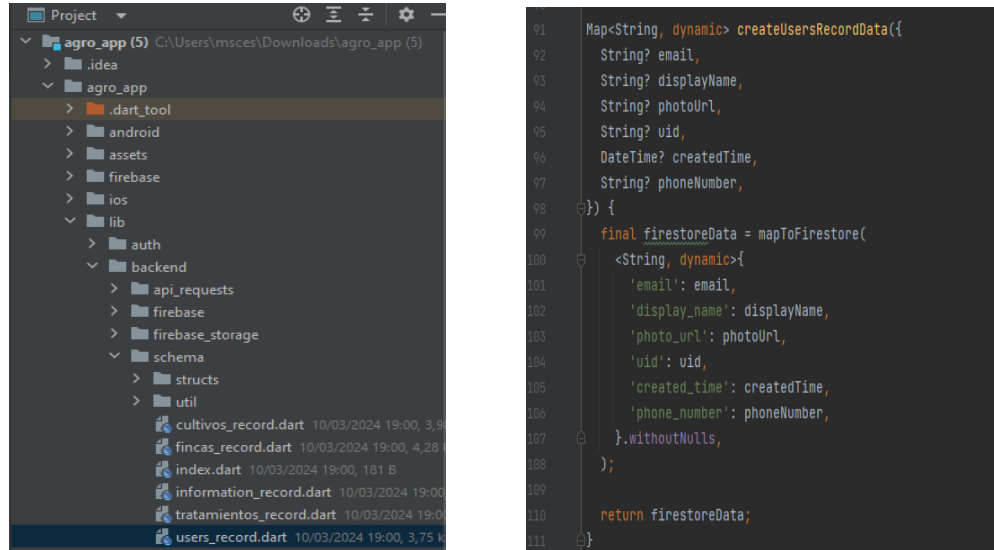


Fuente: Autoría Propia

Desarrollo desde el Back-end

Figura 77

Usuarios desde el back end

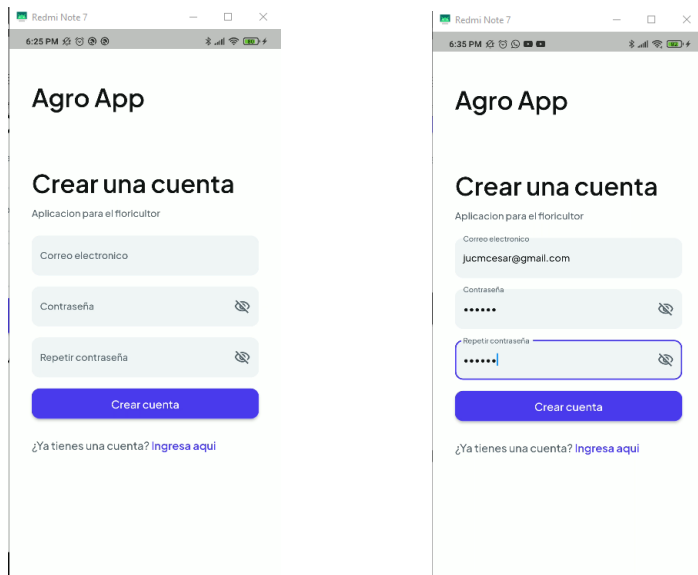


Fuente: Autoría Propia

Visualización por el usuario desde la interfaz en la aplicación.

Figura 78

Interfaz login



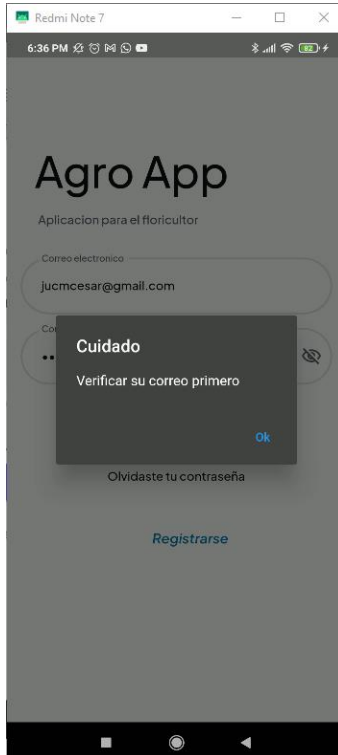
Fuente: Autoría Propia

Comprobación de correo electrónico al crear cuenta

A través de la interfaz de ingreso, una vez registrado el usuario, le pedirá una validación de correo electrónico, para garantizar que sea un correo autorizado y mayor seguridad a la hora de actualizar información de inicio de sesión en la aplicación.

Figura 79

Mensaje de verificación



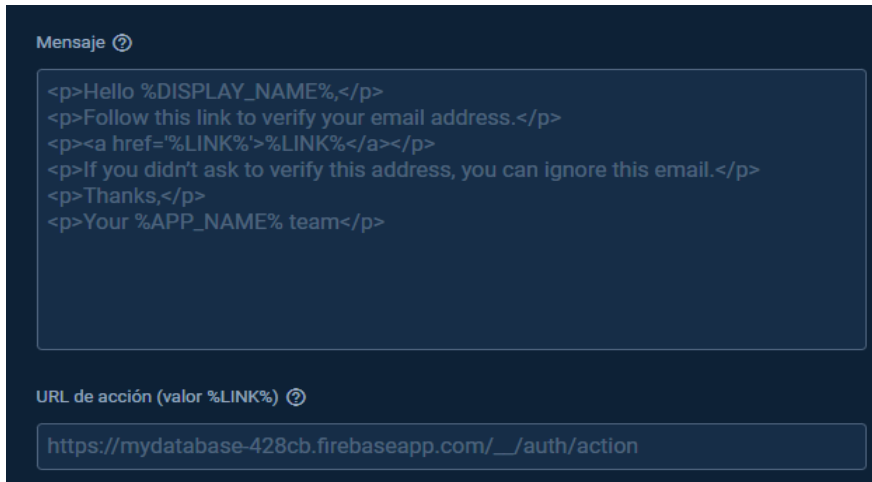
Fuente: Autoría Propia

Comprobación

Firestore es una base de datos NoSQL que permite almacenar información en la nube, así el usuario tendrá la información en tiempo real una vez registrado, es una base de datos especializada en el uso en aplicaciones móviles y brinda una mayor seguridad en el almacenamiento de datos.

Figura 80

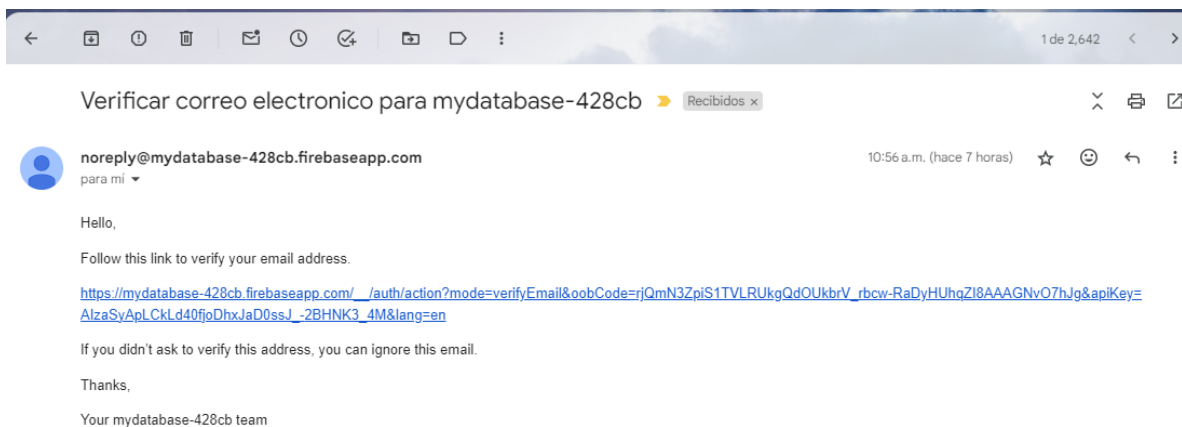
Comprobación desde Firebase



Fuente: Autoría Propia

Figura 81

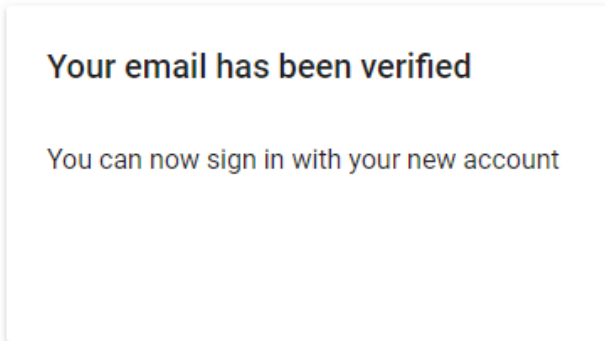
Comprobación de correo electrónico



Fuente: Autoría Propia

Figura 82

Vinculo de verificación



Fuente: Autoría Propia

Permisos y conexión con la API para la creación de usuarios desde el Back-end

Constante para conexión a firebase

Figura 83

Conexión firebase

```
firebase_config.dart  firestore.rules  storage.rules
1  import 'package:firebase_core/firebase_core.dart';
2  import 'package:flutter/foundation.dart';
3
4  Future initFirebase() async {
5    if (kIsWeb) {
6      await Firebase.initializeApp(
7        options: const FirebaseOptions(
8          apiKey: "AIzaSyDa4H0fnL0ffeJ1szoCDjCKF-iiKTFKQxk",
9          authDomain: "mydatabase-428cb.firebaseio.com",
10         projectId: "mydatabase-428cb",
11         storageBucket: "mydatabase-428cb.appspot.com",
12         messagingSenderId: "244292687998",
13         appId: "1:244292687998:web:d55929d3d916417453a02f"));
14    } else {
15      await Firebase.initializeApp();
16    }
17  }
```

Fuente: Autoría Propia

Reglas de conexión a firebase.

Figura 84

Reglas de conexión

```

1  rules_version = '2';
2  service firebase.storage {
3    match /b/{bucket}/o {
4      match /{allPaths=**} {
5        allow read, write: if false;
6      }
7    match /users/{userId}/{allPaths=**} {
8      allow read: if true;
9      allow write: if request.auth.uid == userId;
10   }
11 }
12

```

Fuente: Autoría Propia

La navegación por cada una de las opciones se realiza a través de un navbar.

Figura 85

Desarrollo de navegación de la aplicación.

```

130  @override
131  Widget build(BuildContext context) {
132    final tabs = {
133      'HomePage': HomePageWidget(),
134      'Finca': FincaWidget(),
135      'ListCultivos': ListCultivosWidget(),
136      'SplasPage': SplasPageWidget(),
137      'Profile': ProfileWidget(),
138    };
139    final currentIndex = tabs.keys.toList().indexOf(_currentPageName);
140
141    final MediaQueryData queryData = MediaQuery.of(context);

```

Fuente: Autoría Propia

Interfaz de perfil de usuario

Figura 86

Menú de navegación opción perfil para la aplicación.



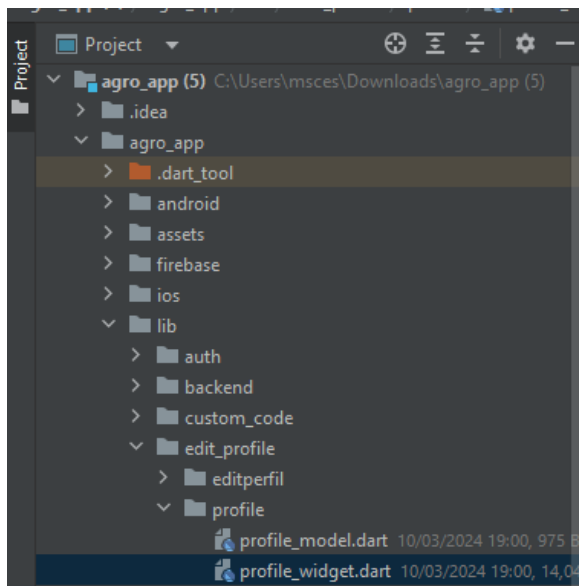
Fuente: Autoría Propia

En esta interfaz el usuario puede acceder a la información de su perfil y la finalización de sesión, además de contar con la opción de modificar su perfil agregando nuevos datos, como una foto y un numero celular.

Visualización desde el front - end

Figura 87

Perfil de usuario visto desde el back end



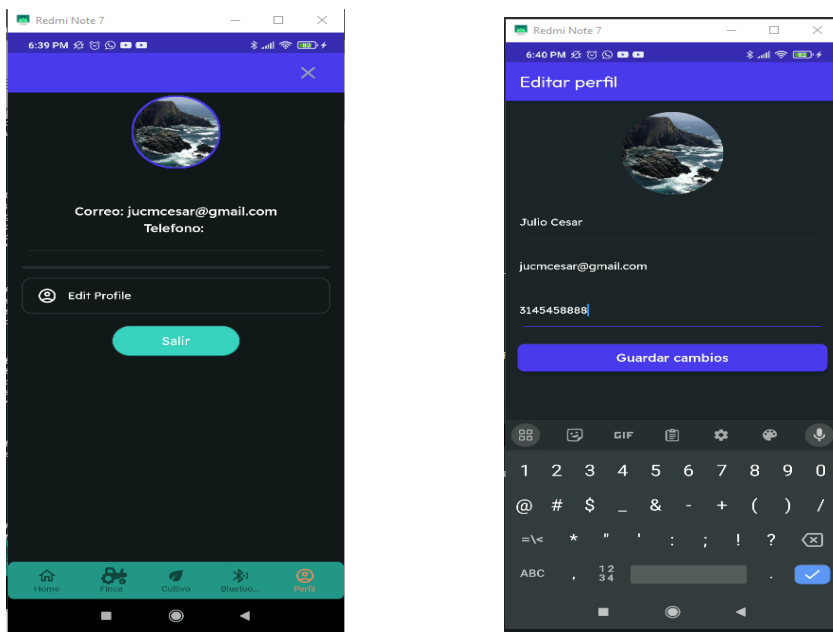
Fuente: Autoría Propia

Visualización de interfaces de modificación de perfil desde la aplicación.

Figura

88

Apariencia final de la interfaz de información de perfil de usuario.

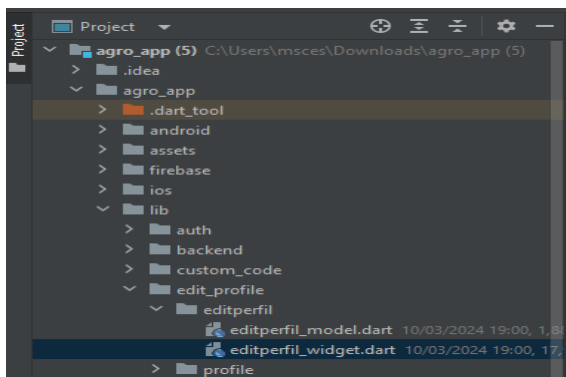


Fuente: Autoría Propia

Visualización desde el front - end

Figura 89

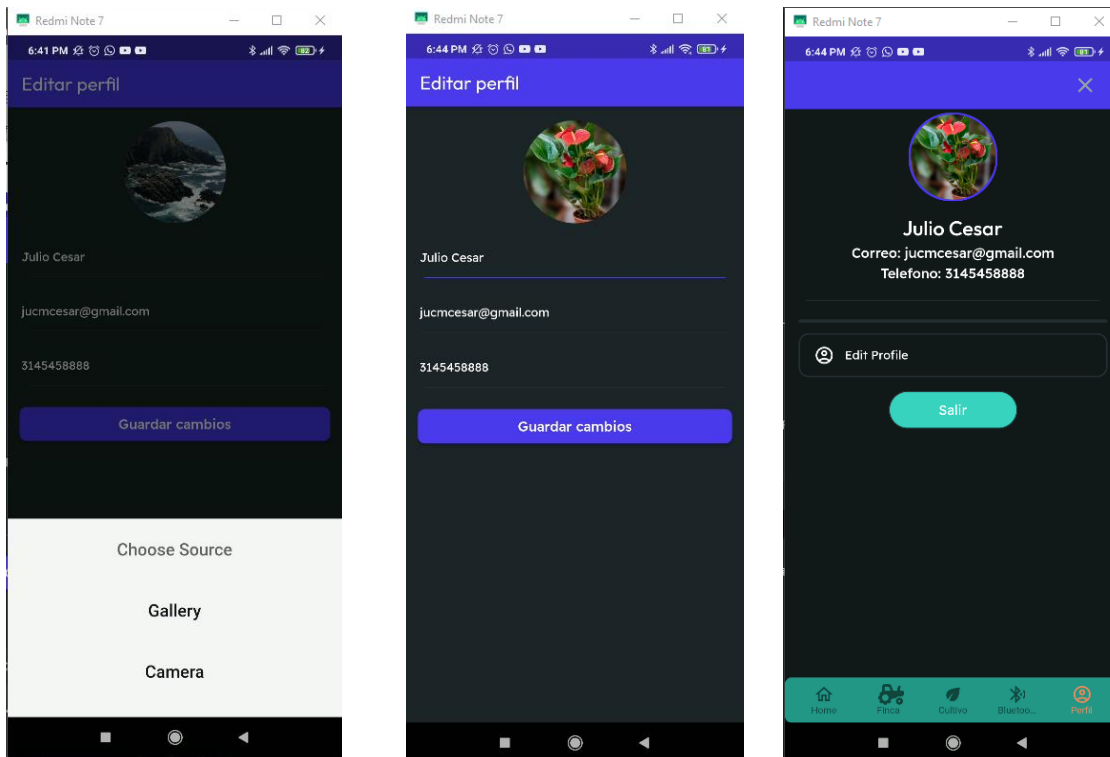
Desarrollo de la edición de perfil desde el front end



Fuente: Autoría Propia

Figura 90

Apariencia final de la interfaz de modificación de perfil



Fuente: Autoría Propia

Pantalla de inicio

Figura 91

Menú de navegación opción inicio para la aplicación



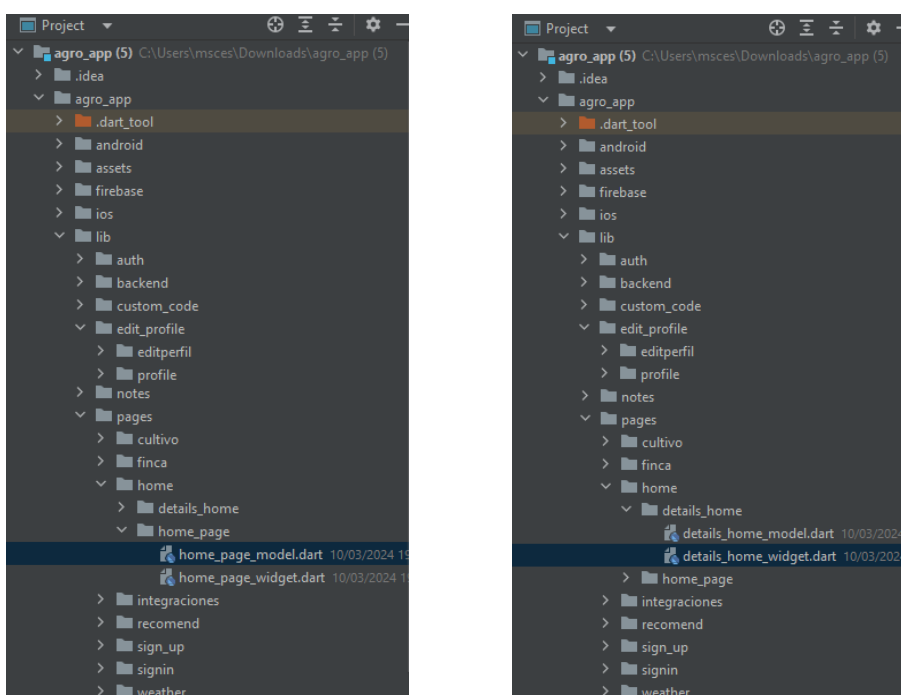
Fuente: Autoría Propia

Al iniciar sesión, el usuario podrá acceder de primera mano a la información sobre los distintos procesos de cultivo de anturio, es una recolección de datos generalizada para que el pequeño floricultor pueda acceder a la base de datos donde se almacena información

sobre los principales problemas que afectan la producción de anturio y como brindar una posible solución. Estos datos se muestran inicialmente a través de un ListView el cual, a su vez al hacer clic, llevara al usuario a información más detallada sobre cada uno de los procesos.

Figura 92

Desarrollo del inicio de sesión en la aplicación



Fuente: Autoría Propia

Visualización gestión de datos desde el front end a la base de datos Back -End

Figura 93

Conexión información de recomendaciones

```

80     Map<String, dynamic> createInformationRecordData({
81         String? postPhoto,
82         String? postTitle,
83         String? postResume,
84         String? postText,
85     }) {
86         final firestoreData = mapToFirestore(
87             <String, dynamic>{
88                 'post_photo': postPhoto,
89                 'post_title': postTitle,
90                 'post_resume': postResume,
91                 'post_text': postText,
92             }.withoutNulls,
93         );

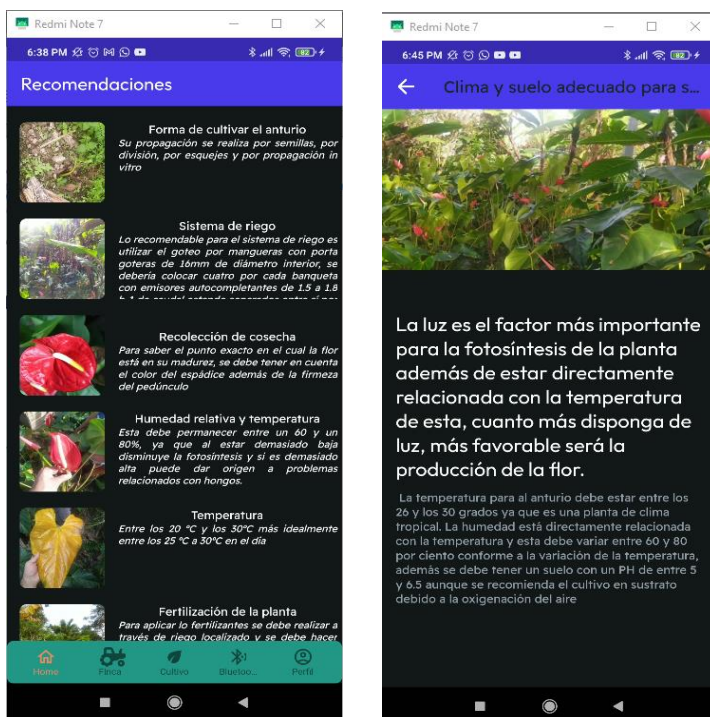
```

Fuente: Autoría Propia

Vista de interfaces desde la aplicación.

Figura 94

Apariencia final de la lista de recomendaciones

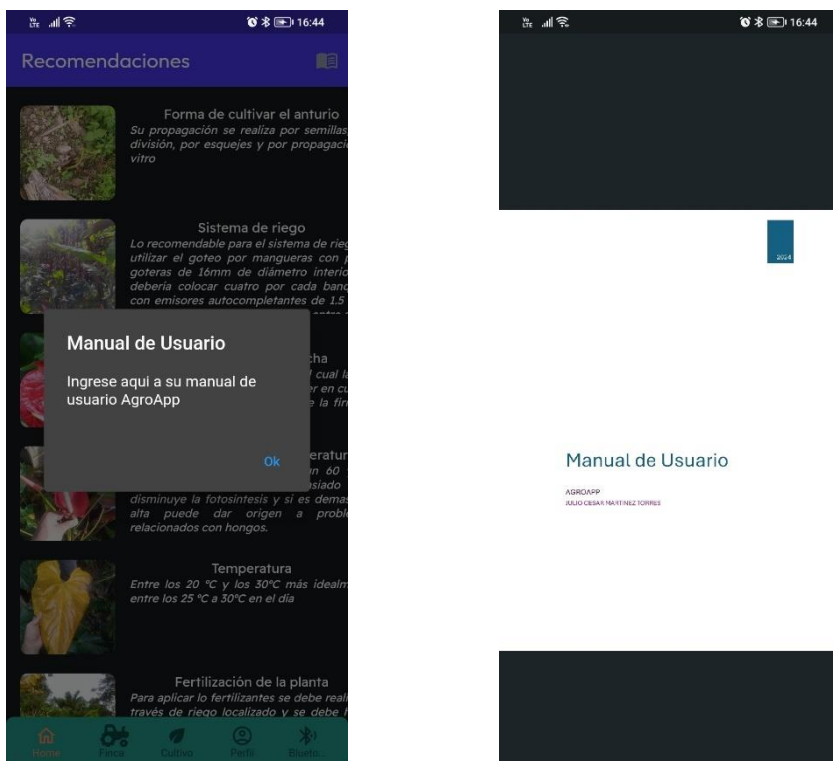


Fuente: Autoría Propia

Adicional se añade el manual de usuario en la pantalla de inicio para que este pueda ser consultado por el usuario final (véase apéndice 1).

Figura 95

Apariencia final del acceso al manual de usuario



Fuente: Autoría Propia

Interfaz de información de la finca

Figura 96

Menú de navegación opción finca para la aplicación



Fuente: Autoría Propia

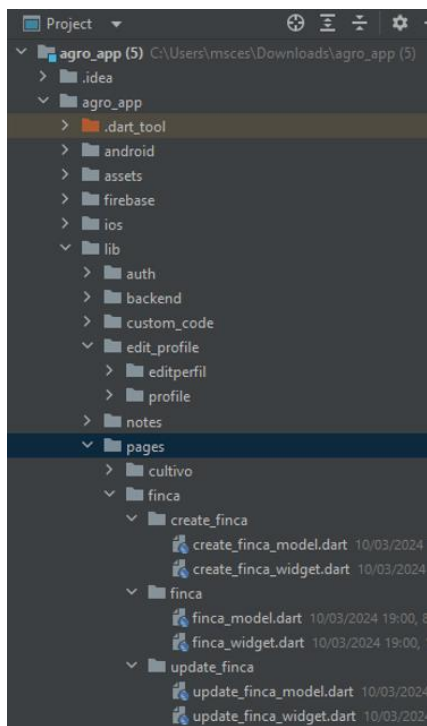
Esta interfaz está diseñada para que el usuario ingrese los datos relacionados con la finca, se implementa un CRUD, mediante un textfield, el usuario puede realizar las opciones propias de un CRUD para la gestión de información de la finca.

Visualización CRUD desde el frond end

Figura

97

Desarrollo del CRUD para la interfaz finca



Fuente: Autoría Propia

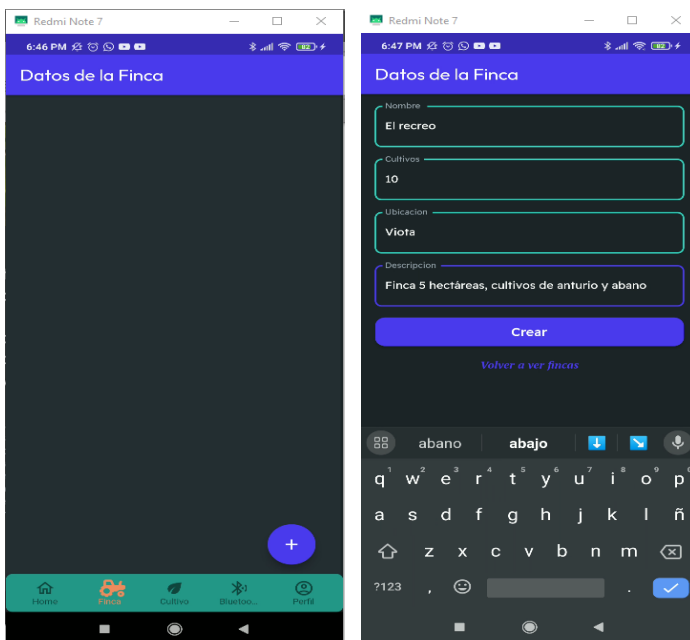
Gestión de datos de la finca desde el back end

Figura 98*Desarrollo de la interfaz de datos finca*

```

97  Map<String, dynamic> createFincasRecordData({
98  DocumentReference? owner,
99  String? nameFinca,
100  String? nCultivos,
101  String? location,
102  String? description,
103  DateTime? dateCreation,
104  }) {
105  final firestoreData = mapToFirestore(
106  <String, dynamic>{
107    'owner': owner,
108    'name_finca': nameFinca,
109    'n_cultivos': nCultivos,
110    'location': location,
111    'description': description,
112    'date_creation': dateCreation,
113  }.withoutNulls,
114  );
115
116  return firestoreData;
117  }

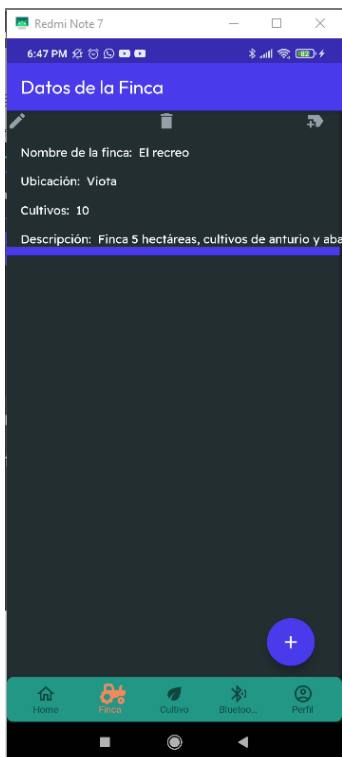
```

*Fuente: Autoría Propia***Visualización desde las interfaces en la aplicación.****Figura 99***Apariencia final de la interfaz de datos de la finca**Fuente: Autoría Propia*

Puede ingresar la información de varias fincas, las cuales se presentarán inicialmente en un listado.

Figura 100

Apariencia final de la interfaz de la lista de fincas



Fuente: Autoría Propia

Interfaz de gestión de cultivo vista desde el menú de navegación de la aplicación.

Figura 101

Menú de navegación opción cultivo para la aplicación



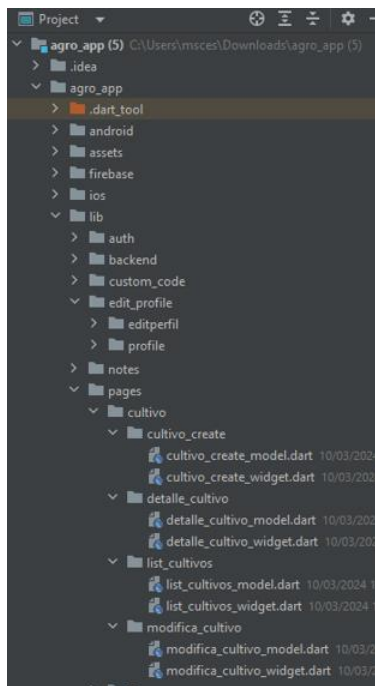
Fuente: Autoría Propia

Con el Navbar el usuario también puede acceder a la sección de la aplicación donde encuentra información sobre su cultivo, como primera opción el usuario puede crear un nuevo cultivo utilizando un floating button para acceder a la interfaz que le permite ingresar la información del cultivo.

Páginas de CRUD para el cultivo

Figura 102

Desarrollo del CRUD para la interfaz cultivo

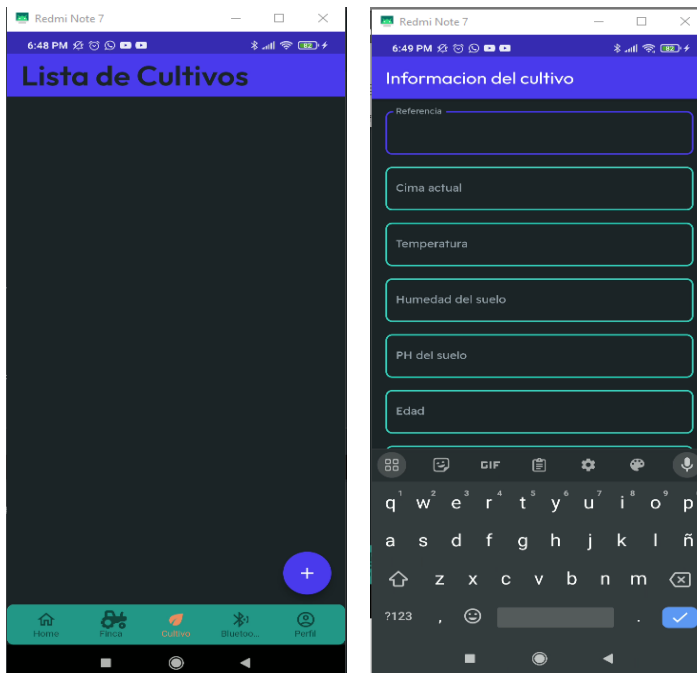


Fuente: Autoría Propia

Gestión hacia la base de datos de la información del cultivo Back end

Figura 103*CRUD Cultivo Back end*

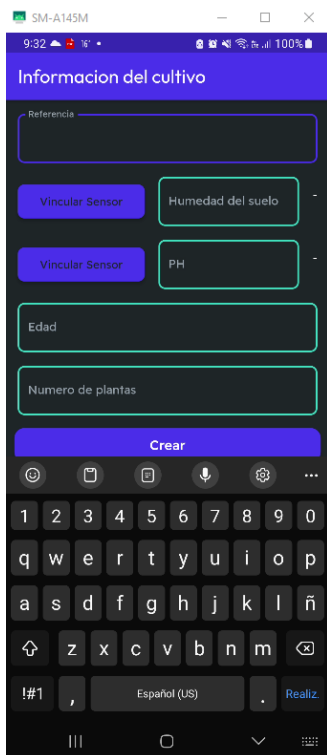
```
98 Map<String, dynamic> createCultivosRecordData({
99     String? tipo,
100     String? edad,
101     String? numeroPlantas,
102     double? clima,
103     double? temperatura,
104     double? humedad,
105     double? ph,
106 }) {
107     final firestoreData = mapToFirestore(
108     <String, dynamic>{
109         'tipo': tipo,
110         'edad': edad,
111         'numero_plantas': numeroPlantas,
112         'clima': clima,
113         'temperatura': temperatura,
114         'humedad': humedad,
115         'ph': ph,
116     }.withoutNulls,
117     );
118
119     return firestoreData;
120 }
```

*Fuente: Autoría Propia***Figura 104***Apariencia final de la Interfaz de cultivos**Fuente: Autoría Propia*

Una vez ingresada la información, con el botón crear podrá guardar la información en la base de datos.

Figura 105

Apariencia final de la interfaz de Ingresar información de cultivo

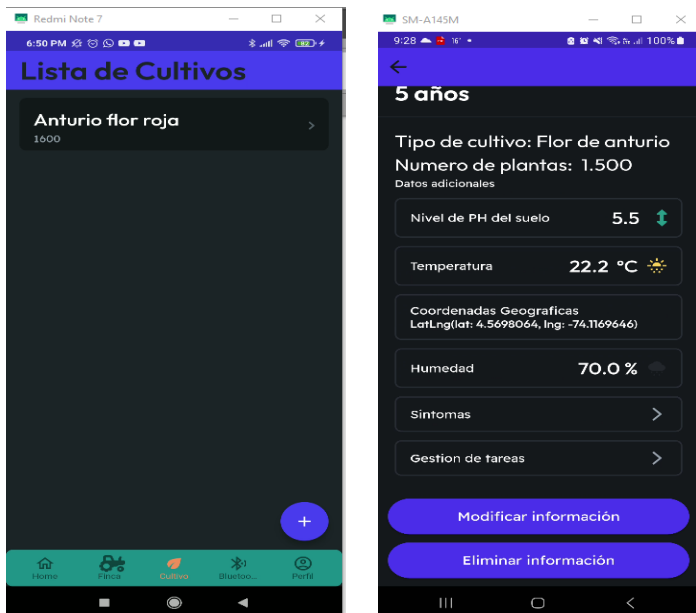


Fuente: Autoría Propia

Esta información se mostrará al usuario a través de un listview con los cultivos creados por el usuario, al hacer clic en cada ítem de la lista, lo direccionará la información completa del cultivo creado, donde además de visualizar, podrá modificar y eliminar la información.

Figura 106

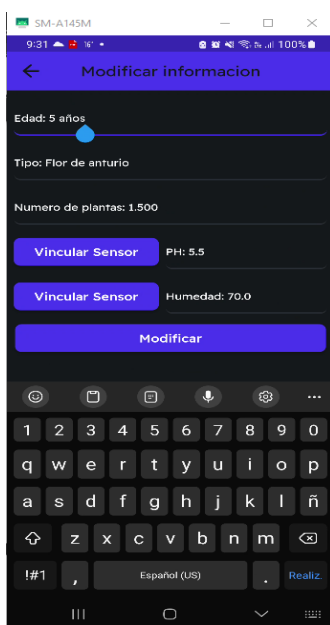
Apariencia final de la interfaz de listado e información de cultivos



Fuente: Autoría Propia

Figura 107

Modificación de cultivos

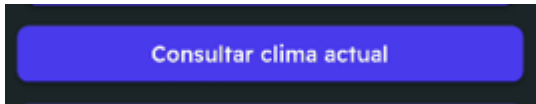


Fuente: Autoría Propia

Con la opción consultar clima actual presente en la interfaz de creación del cultivo, el usuario puede consultar el clima en tiempo real de la región por geolocalización.

Figura 108

Consultar clima

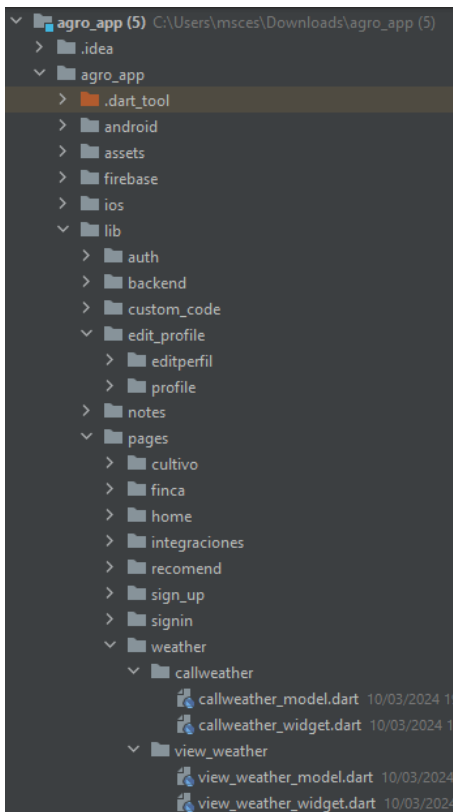


Fuente: Autoría Propia

Visualización de consulta de clima desde el frond end

Figura 109

Interfaz clima front end



Fuente: Autoría Propia

Llamado a la API de WeatherAPI.com desde el back end

Figura 110

Conexión API Clima

```
10 class ApiRealTimeCall {
11     static Future<ApiCallResponse> call({
12         String? place = '',
13     }) async {
14         return ApiManager.instance.makeApiCall(
15             callName: 'ApiRealTime',
16             apiUrl: 'https://weatherapi-com.p.rapidapi.com/current.json?q=$place',
17             callType: ApiCallType.GET,
18             headers: {
19                 'X-RapidAPI-Key': 'd7050b1bbcsmsh757b244e56573f9p11410cjsn2a64d12a07fd',
20                 'X-RapidAPI-Host': 'weatherapi-com.p.rapidapi.com',
21             },
22             params: {},
23             returnBody: true,
24             encodeBodyUtf8: false,
25             decodeUtf8: false,
26             cache: false,
27             alwaysAllowBody: false,
28         );
29     }
30 }
```

Fuente: Autoría Propia

Visualización de la temperatura por geolocalización en la información de cultivo.

Figura 111

Visualización temperatura

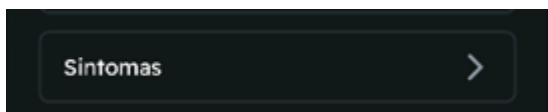


Fuente: Autoría Propia

Opción consultar síntomas

Figura 112

Navegación hacia consulta de síntomas



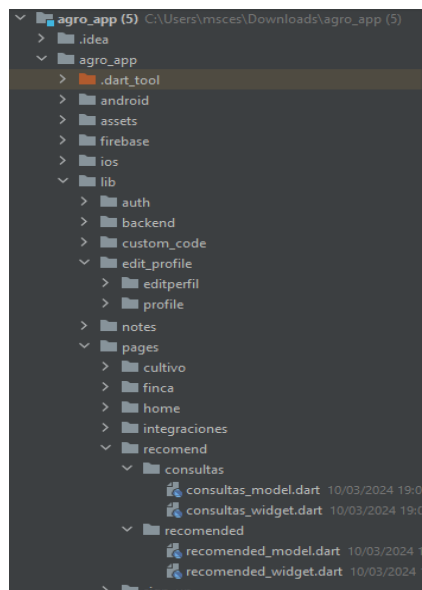
Fuente: Autoría Propia

La opción síntomas presente en la interfaz de información de cultivo, direccionara al usuario a una lista que presenta los síntomas habituales en este tipo de cultivos, donde al hacer clic sobre cada una de las descripciones en la lista, lo direccionara a una interfaz que mostrara los posibles tratamientos para el cultivo.

Visualización desde el front end de las interfaces de consultas y recomendaciones.

Figura 113

Consultas y recomendaciones front end



Fuente: Autoría Propia.

Llamado a la base de datos para la visualización de las consultas.

Figura 114

Consultas Back end

```

79
80 Map<String, dynamic> createTratamientosRecordData({
81     String? consulta,
82     String? tipoAfectacion,
83     String? causas,
84     String? tratamiento,
85 }) {
86     final firestoreData = mapToFirestore(
87         <String, dynamic>{
88             'consulta': consulta,
89             'tipoAfectacion': tipoAfectacion,
90             'causas': causas,
91             'tratamiento': tratamiento,
92         }.withoutNulls,
93     );
94
95     return firestoreData;
96 }

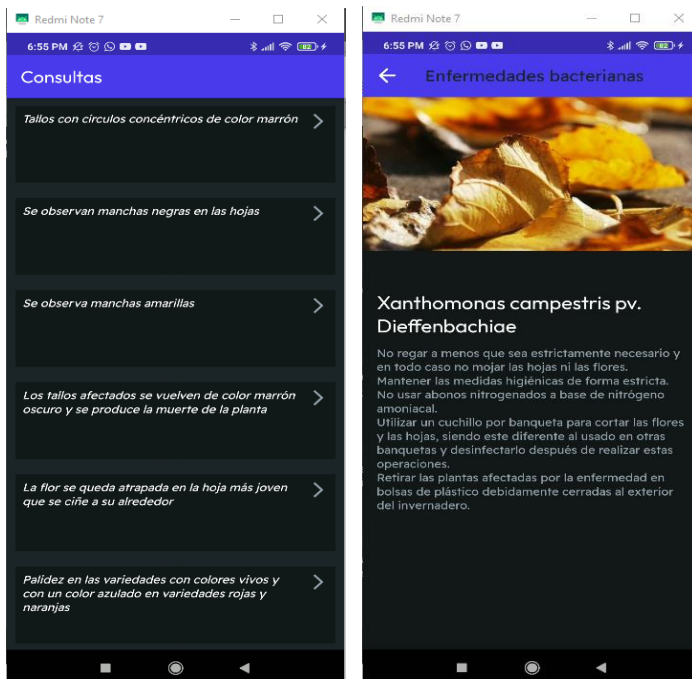
```

Fuente: Autoría Propia

Visualización de las consultas y recomendaciones desde las interfaces de la aplicación.

Figura 115

Consulta basada en síntomas

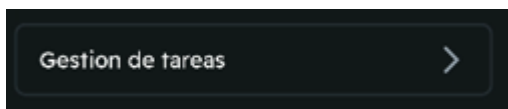


Fuente: Autoría Propia.

Opción gestión de tareas

Figura 116

Navegación hacia el gestor de tareas



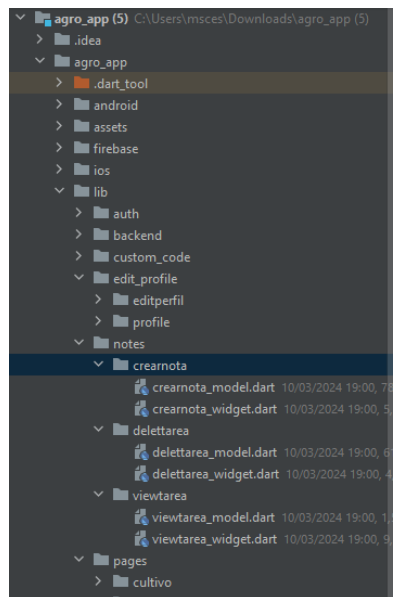
Fuente: Autoría Propia

En esta misma interfaz de información de cultivo, el usuario puede acceder a la gestión de las tareas proyectadas para el cultivo como una agenda para que no sean olvidadas las actividades en los procesos de producción del cultivo de anturio.

Para la gestión de notas se implementa mediante CRUD

Figura 117

CRUD gestión de notas

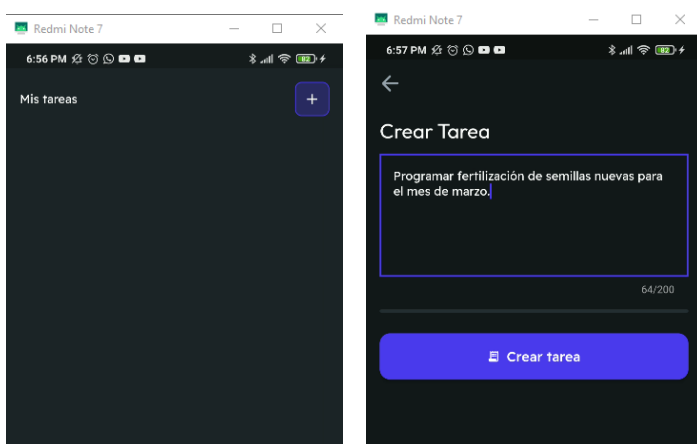


Fuente: Autoría Propia

Visualización desde la aplicación

Figura 118

Gestión de tareas

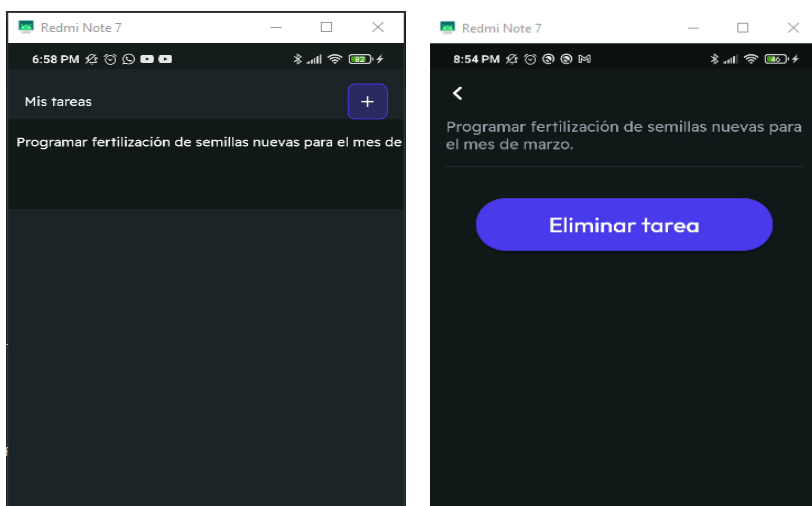


Fuente: Autoría Propia

Las tareas se muestran en un listado, al hacer clic, el usuario podrá acceder a la información de la tarea, donde una vez concluida, tendrá la opción de eliminar.

Figura 119

Listar y eliminar tareas



Fuente: Autoría Propia.

Interfaz para la conexión de dispositivos IoT

Figura 120

Figura 85 Menú de navegación opción conexión Bluetooth para la aplicación



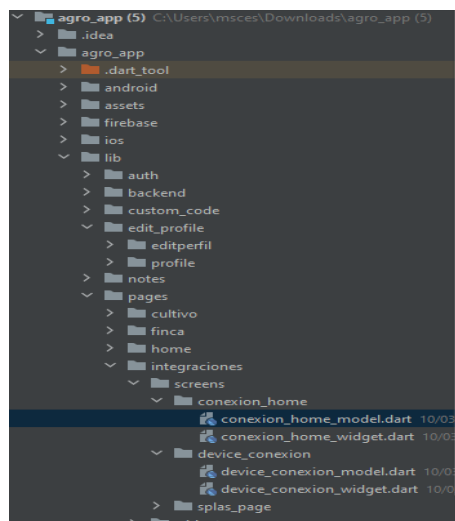
Fuente: Autoría Propia

En esta interfaz el usuario podrá establecer una conexión entre la aplicación y los dispositivos IoT para mediciones de condiciones del cultivo a través de Arduino y haciendo uso de una placa ESP32 con el sistema BLE (Bluetooth Low Energy). Esta interfaz tiene la opción de apagar y encender el Bluetooth del dispositivo móvil para la gestión de conexiones.

Conexiones desde el front end

Figura 121

Conexión IoT desde el front end



Fuente: Autoría Propia.

Conexiones desde el Back end

Figura 122

BLE Back end

```

1 // ignore_for_file: unnecessary_getters_setters
2
3 import ...
4
5
6
7
8
9
10
11 class BTDeviceStruct extends FFFirebaseStruct {
12   BTDeviceStruct({
13     String? name,
14     String? id,
15     int? rssi,
16     FirestoreUtilData firestoreUtilData = const FirestoreUtilData(),
17   }) : _name = name,
18       _id = id,
19       _rssi = rssi,
20       super(firestoreUtilData);
21
22   // "name" field.
23   String? _name;
24   String get name => _name ?? '';
25   set name(String? val) => _name = val;
26   bool hasName() => _name != null;
27
28   // "id" field.
29   String? _id;
30   String get id => _id ?? '';
31   set id(String? val) => _id = val;

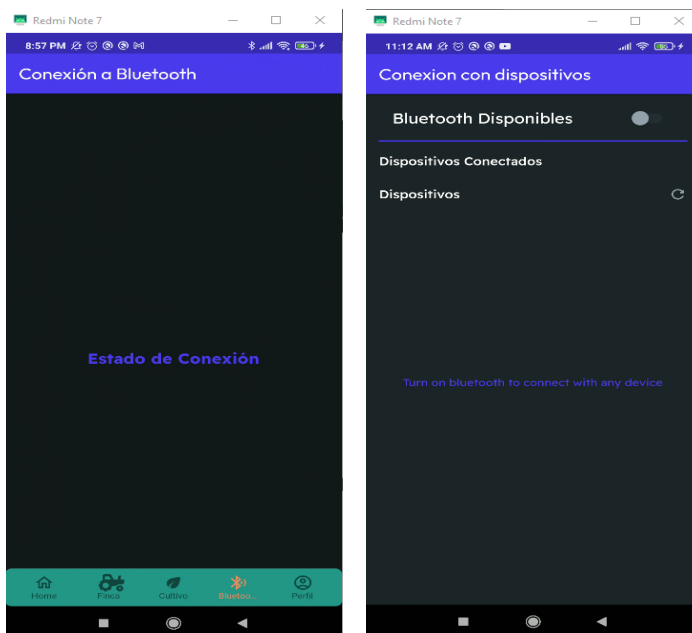
```

Fuente: Autoría Propia

Vista desde la aplicación.

Figura 123

Interfaz de conexión de dispositivos IoT

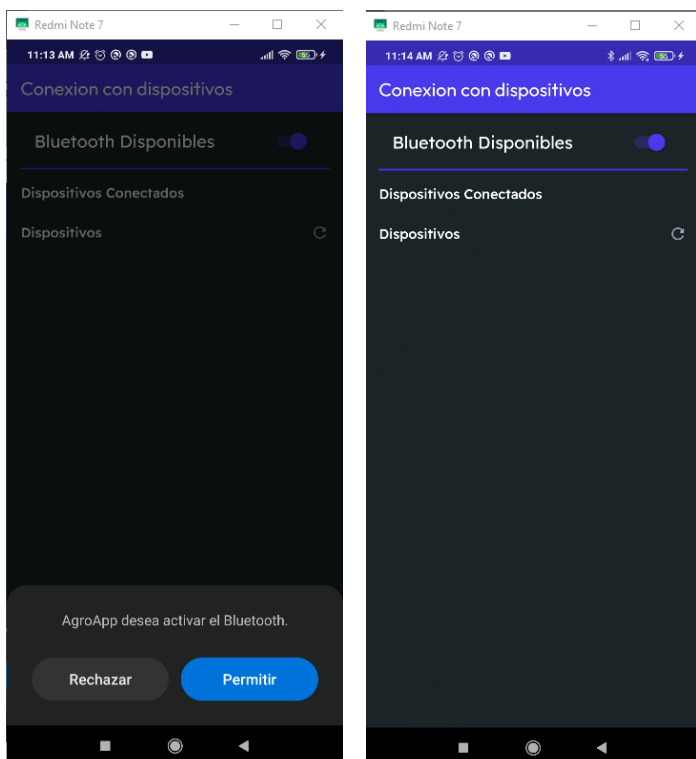


Fuente: Autoría Propia

La app pedirá permisos al usuario para hacer uso del bluetooth y posteriormente lo direccionará hacia los dispositivos disponibles.

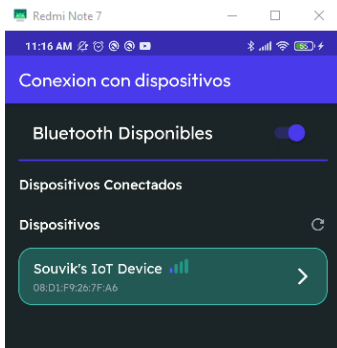
Figura 124

Aceptar permisos de uso de Bluetooth



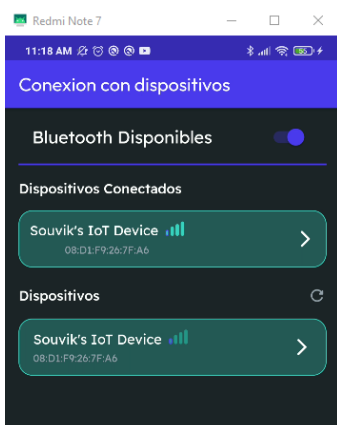
Fuente: Autoría Propia

Una vez detectado el dispositivo, el usuario puede elegir el dispositivo al cual necesite establecer la conexión.

Figura 125*Dispositivos Bluetooth disponibles*

Fuente: Autoría Propia

La interfaz de conexión a bluetooth mostrara un historial de dispositivos que han sido conectados con la aplicación.

Figura 126*Dispositivos Bluetooth recientes*

Fuente: Autoría Propia

Conexión de la aplicación con las herramientas IoT

A continuación, se muestra parte del código implementado a través del IDE Arduino para establecer la conexión con la placa ESP32 y la aplicación. La conexión con Arduino se

realiza a través de una interfaz entre flutter y el IDE de Arduino, con tecnología Bluetooth BLE, que es un método de bajo consumo de energía.

Implementación en Arduino con ESP32

Para la implementación en Arduino se utiliza el código de la imagen 119 el cual se explica a continuación:

1. Se incluye las librerías necesarias para manejar la funcionalidad BLE (Bluetooth Low Energy) en el ESP32. `<BLEDevice.h>`, `<BLEServer.h>` `<BLEUtils.h>` y `<BLE2902.h>`
2. Se definen los pines del ESP32 a los que están conectados el higrómetro y el sensor de pH. 34 para humedad y 35 para pH
3. Se definen variables para almacenar los valores de humedad y pH leídos de los sensores.
4. Se definen los UUIDs (Identificadores Universales Únicos) para el servicio BLE y las dos características: una para la humedad y otra para el pH.
5. Se crean dos objetos de tipo `BLECharacteristic` para la humedad y el pH, con las propiedades de lectura (`PROPERTY_READ`) y notificación (`PROPERTY_NOTIFY`).
6. Inicia la comunicación serial a 115200 baudios para depuración.
7. Inicializa el dispositivo BLE, crea un servidor BLE y un servicio con el UUID definido anteriormente.
8. Añade las características de humedad y pH al servicio.

9. Convierte los valores leídos a unidades útiles: porcentaje para la humedad y una escala de 0 a 14 para el pH. La función map escala el valor de humedad a un rango de 0 a 100.
10. Imprime los valores de humedad y pH en la consola serial para fines de depuración.

Figura 127

Implementación con Arduino

```

#include <BLEDevice.h>
#include <BLEServer.h>
#include <BLEUtils.h>
#include <BLE2902.h>

// Pines de los sensores
const int hygrometerPin = 34;
const int phSensorPin = 35;

// Variables para los sensores
float humidityValue = 0.0;
float phValue = 0.0;

// UUIDs para el servicio y características BLE
#define SERVICE_UUID "4fafc201-1fb5-459e-8fcc-c5c9c331914b"
#define CHARACTERISTIC_HUMIDITY_UUID "beb5483e-36e1-4688-b7f5-ea07361b26a8"
#define CHARACTERISTIC_PH_UUID "cd228bd8-6f1a-4e35-88e7-682cdacb7b5e"

BLECharacteristic humidityCharacteristic(CHARACTERISTIC_HUMIDITY_UUID,
BLECharacteristic::PROPERTY_READ | BLECharacteristic::PROPERTY_NOTIFY);
BLECharacteristic phCharacteristic(CHARACTERISTIC_PH_UUID,
BLECharacteristic::PROPERTY_READ | BLECharacteristic::PROPERTY_NOTIFY);

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Configuración BLE
  BLEDevice::init("ESP32_Sensor");
  BLEServer *pServer = BLEDevice::createServer();
  BLEService *pService = pServer->createService(SERVICE_UUID);

  // Configuración de características
  pService->addCharacteristic(&humidityCharacteristic);
  pService->addCharacteristic(&phCharacteristic);

  // Inicio del servicio
  pService->start();

  // Publicación del servicio
  BLEAdvertising *pAdvertising = BLEDevice::getAdvertising();
  pAdvertising->addServiceUUID(SERVICE_UUID);
  pAdvertising->setScanResponse(true);
  pAdvertising->setMinPreferred(0x06); // tiempo mínimo de conexión
  pAdvertising->setMaxPreferred(0x12); // tiempo máximo de conexión
  BLEDevice::startAdvertising();
}

```

```

    Serial.println("Esperando una conexión BLE...");
}

void loop() {
    // Leer valores de los sensores
    humidityValue = analogRead(hygrometerPin);
    phValue = analogRead(phSensorPin);

    // Convertir a valores útiles
    humidityValue = map(humidityValue, 0, 4095, 0, 100);
    phValue = (phValue * 14.0) / 4095;

    // Imprimir valores para depuración
    Serial.print("Humedad: ");
    Serial.print(humidityValue);
    Serial.print("%, pH: ");
    Serial.println(phValue);

    // Actualizar características BLE
    humidityCharacteristic.setValue(humidityValue);
    phCharacteristic.setValue(phValue);

    // Notificar si hay conexión
    humidityCharacteristic.notify();
    phCharacteristic.notify();

    // Esperar un poco antes de la siguiente lectura
    delay(2000);
}

```

Fuente: Autoría Propia

Placa ESP32.

Figura 128

Placa para Arduino ESP32



Fuente: Autoría Propia

Esquema de conexión entre los sensores de humedad y pH con la placa ESP32

Luego de subir el código Arduino a ESP32, se configura los dispositivos físicos para la interacción con el sistema, para el sensor de humedad se requiere.

Placa ESP32

Sensor de humedad (higrómetro)

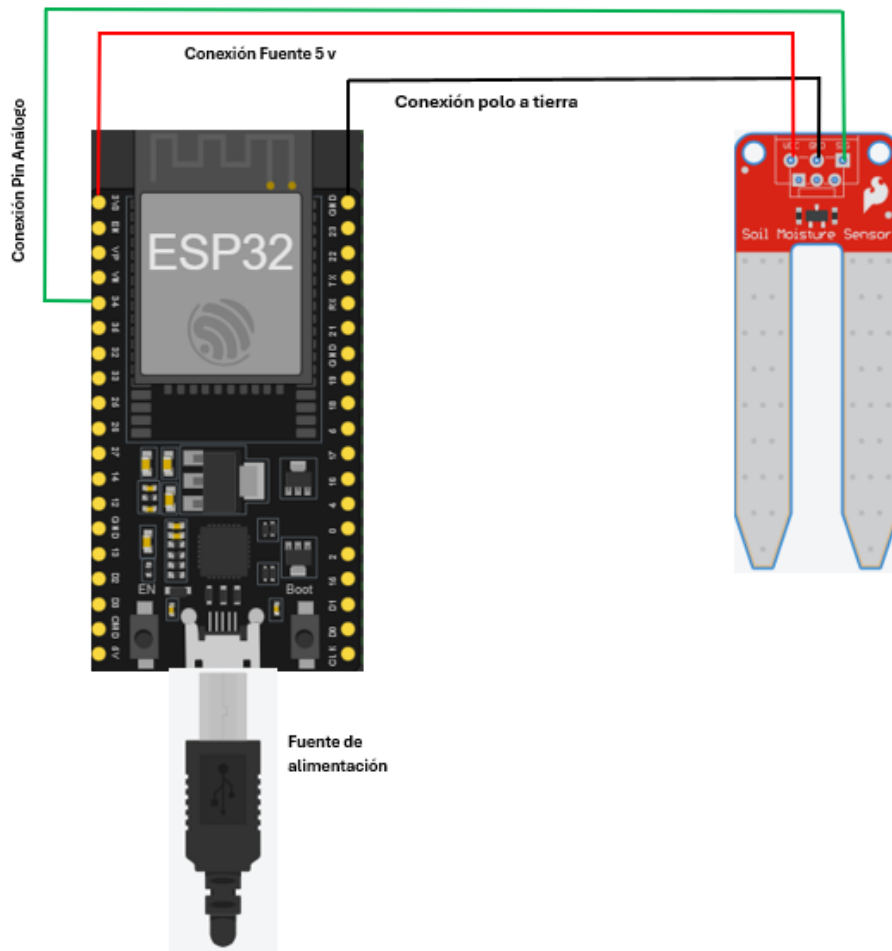
Cables de conexión (jumpers)

Esta conexión se realizará utilizando los siguientes pasos.

Se realiza la conexión con los jumpers desde el VCC del sensor al 3.3V del ESP32.

Se realiza la conexión con los jumpers desde el GND del sensor al GND del ESP32.

Se realiza la conexión con los jumpers desde Data del sensor a un pin GPIO del ESP32

Figura 129*Conexión Higrómetro*

Fuente: Autoría Propia

Para el sensor de pH se requiere de los siguientes materiales.

ESP32

Sensor de pH con su módulo

Cables de conexión

Fuente de alimentación

El módulo del sensor de pH generalmente tiene 3 pines: VCC, GND y OUT. A

continuación, se describen las conexiones:

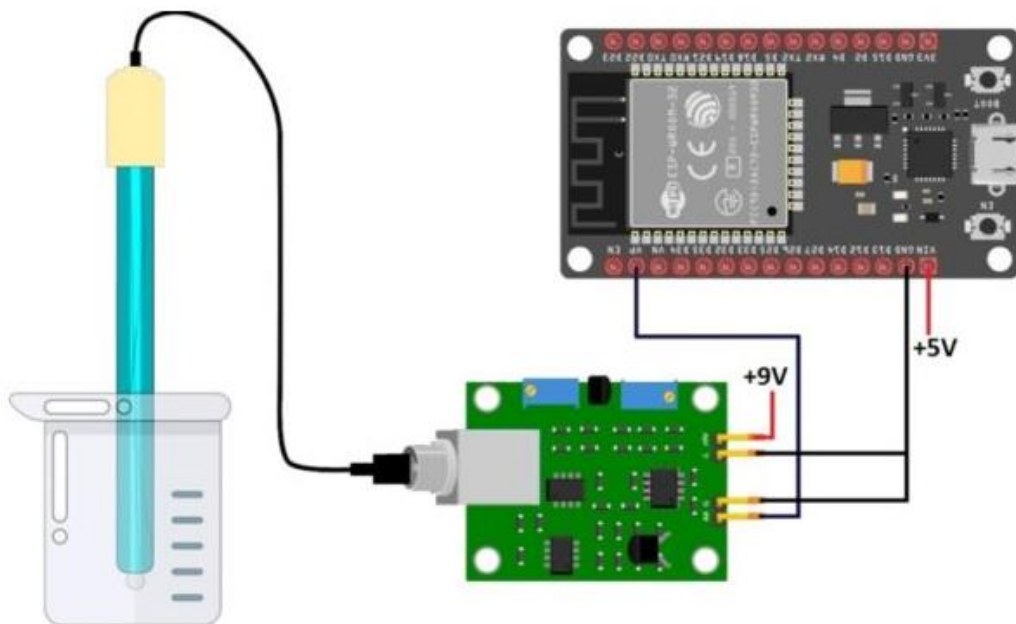
Se realiza la conexión con los jumpers desde el VCC del módulo a 3.3V o 5V del ESP32.

Se realiza la conexión con los jumpers desde el GND del módulo a GND del ESP32.

Se realiza la conexión con los jumpers desde el OUT del módulo al pin analógico del ESP32.

Figura 130

Conexión sensor PH



Fuente: De How2electronics [Imagen], tomado de <https://how2electronics.com/>

Evaluación de la aplicación móvil para la optimización del proceso de producción de Anturio mediante tecnología IoT en la Vereda de Java municipio de Viotá Cundinamarca

Para verificar la funcionalidad de la aplicación, se realizaron dos tipos de pruebas. Primero, pruebas de caja negra, que evalúan el cumplimiento de los requisitos del proyecto sin considerar la estructura interna del código. Segundo, pruebas de usuario en los cultivos previamente identificados, tomando muestras de suelo para medir la humedad y el pH, a continuación, se describen cada una de ellas.

Pruebas de caja negra

Con el fin de comprobar la funcionalidad de la aplicación móvil, se hace necesaria la aplicación de pruebas que faciliten el análisis del cumplimiento con los requisitos iniciales del proyecto. Es por esto por lo que se realiza la implementación de pruebas de caja negra, dichas pruebas consisten en probar la funcionalidad de la aplicación sin tomar en cuenta la estructura del código con el cual se desarrolla la aplicación, centrándose en las entradas y salidas del sistema basados en las especificaciones iniciales y funcionalidades establecidas en la etapa de levantamiento de requisitos del software.

Figura 131

Prueba de creación de cuenta de usuario

Nombre del proyecto: AgroApp						
Casos de prueba						
ID de caso de prueba: BU_001					Prueba diseñada por: Julio Cesar Martínez Torres	
Prioridad de prueba(Bajo, medio, alto): Alto					Fecha de prueba de diseño: 31/03/2024	
Nombre del módulo: Interfaz creación de usuarios					Prueba ejecutada por: Johana Gil Peña	
Título de la prueba: Prueba funcionalidad de la interfaz de creación de usuario nuevo.					Fecha de ejecución de la prueba: 31/03/2024	
Descripción: Creación de usuario con correo electrónico y contraseña.						
Condiciones previas: El usuario debe tener un correo electrónico valido para la comprobación de creación de cuenta nueva.						
Dependencias:						
Pasos	Pasos de prueba	Datos de prueba	Resultado esperado	Resultado actual	Estado (falla o pasa)	Nota
1	Ingresa a la aplicación móvil, interfaz de creación de usuario.	AgroApp	Se espera que el usuario acceda a la página de creación de usuario	Ok	Ok	
2	Ingresar datos de registro primera vez	Correo: johanagil077@gmail.com Clave: 123456	El sistema envía una comprobación al correo electrónico ingresado.	Ok	Ok	
3	Ingresar al enlace enviado al correo y comprobar la creación de la cuenta.	https://mydatabase-428cb.firebaseio.com/_/auth/action?mode=verifyEmail&oobCode=BXx9nBESbI9E1ozMJVlvwwVD2qE1zxm2TIsdfuFE21gAAAGO11OJDw&apiKey=AlzaSyApLCKLd40f	El sistema acepta la comprobación.	Ok	Ok	

Figura 132

Prueba de inicio de sesión.

Nombre del Proyecto: AgroApp						
Casos de prueba						
ID de caso de prueba: BU_002			Prueba diseñada por: Julio Cesar Martínez Torres			
Prioridad de prueba(Bajo, medio, alto): Alto			Fecha de prueba de diseño: 31/03/2024			
Nombre del módulo: Interfaz de inicio de sesión.			Prueba ejecutada por: Johana Gil Peña			
Título de la prueba: Prueba funcionalidad de la interfaz de inicio de sesión.			Fecha de ejecución de la prueba: 31/03/2024			
Descripción: Iniciar sesión con correo electrónico y contraseña						
Condiciones previas: El usuario debe haber creado una cuenta con usuario y contraseña.						
Dependencias:						
Pasos	Pasos de prueba	Datos de prueba	Resultado esperado	Resultado actual	Estado (falla o pasa)	Nota
1	Ingresar a la aplicación móvil, interfaz de inicio de sesión.	AgroApp	El usuario debe navegar a la interfaz de inicio de sesión.	Ok	Ok	
2	Ingresar datos de acceso a la aplicación.	Correo: johanagil077@gmail.com Clave: 123456	El usuario ingresa los datos de inicio de sesión ya registrados.	Ok	Ok	
3	Hacer clic en el botón de inicio de sesión.		El sistema comprueba validez de los datos de inicio de sesión.	Ok	Ok	
4	Redireccionamiento a la interfaz de inicio.		Luego de comprobar los datos, el usuario ingresa a la interfaz de inicio.	Ok	Ok	

Figura 133

Prueba navegación página de inicio

Nombre del proyecto: AgroApp						
Casos de prueba						
ID de caso de prueba: BU_003			Prueba diseñada por: Julio Cesar Martinez Torres.			
Prioridad de prueba(Bajo, medio, alto): Alta			Fecha de prueba de diseño: 31/03/2024			
Nombre del módulo: Interfaz de información inicial.			Prueba ejecutada por: Johana Gil Peña			
Título de la prueba: Probar la navegabilidad por la interfaz de inicio.			Fecha de ejecución de la prueba: 31/03/2024			
Descripción: Verificar la navegación por la información inicial de la aplicación, verificar la información y contenido de la interfaz.						
Condiciones previas: El usuario debe iniciar sesión para tener acceso a la navegabilidad de la aplicación móvil. Dependencias:						
Pasos	Pasos de prueba	Datos de prueba	Resultado esperado	Resultado actual	Estado (falla o pasa)	Nota
1	Navegación por la lista de información inicial		El usuario debe poder navegar por la lista de información.	Ok	Ok	
2	Hacer clic en cada una de las opciones de la lista.	Opción navegas en listado de información. Opción hacer clic en los elementos del listado.	El usuario accede a la información detallada de cada una de las listas a través de la interfaz de información.	Ok	Ok	

Figura 134

Prueba de CRUD interfaz finca

Nombre del proyecto: AgroApp						
Casos de prueba						
ID de caso de prueba: BU_004			Prueba diseñada por: Julio Cesar Martínez Torres			
Prioridad de prueba(Bajo, medio, alto): alto			Fecha de prueba de diseño: 31/03/2024			
Nombre del módulo: CRUD interfaz finca			Prueba ejecutada por: Johana Gil Peña			
Título de la prueba: Probar la funcionalidad en creación, modificación y eliminación de fincas			Fecha de ejecución de la prueba: 31/03/2024			
Descripción: Verificar la funcionalidad de los módulos de creación, eliminación y modificación de los datos de fincas.						
Condiciones previas: El usuario debe acceder al sistema con credenciales de acceso validas e ingresar mediante el Navbar a la opción de interfaz de fincas.						
Dependencias:						
Pasos	Pasos de prueba	Datos de prueba	Resultado esperado	Resultado actual (falla o pasa)	Estado (falla o pasa)	Nota
1	Hacer clic en el menú de navegación en la opción fincas.		Direccionamiento al módulo de fincas	Ok	Ok	
2	Seleccionar la opción ingresar datos de finca.	Nombre de la Finca: El Recreo. Ubicación: Viotá. Cultivos: 15 Descripción: Finca 5 hectáreas de las cuales 1 esta cultivada con flor de anturio.	Debe guardar los datos al hacer clic en la opción crear.	Ok	Ok	
3	Seleccionar la opción modificar finca	Finca 3 hectáreas de las cuales 1 esta cultivada con flor de anturio.	Debe modificar los datos de la finca creada anteriormente, al hacer clic en actualizar, se deben guardar los cambios.	Ok	Ok	
4	Seleccionar la opción eliminar finca.		Debe eliminar la finca creada anteriormente.	Ok	Ok	Se espera que muestre el mensaje de confirmación de eliminar finca.

Figura 135

Prueba de conexión a dispositivos IoT

Nombre del proyecto: AgroApp						
Casos de prueba						
ID de caso de prueba: BU_006			Prueba diseñada por: Julio Cesar Martínez Torres			
Prioridad de prueba(Bajo, medio, alto): alto			Fecha de prueba de diseño: 31/03/2024			
Nombre del módulo: Modulo de conexión			Prueba ejecutada por: Johana Gil Peña			
Título de la prueba: Probar la funcionalidad del módulo de conexión con dispositivos IoT.			Fecha de ejecución de la prueba: 31/03/2024			
Descripción: Verificar la usabilidad del módulo de conexión mediante Bluetooth.						
Condiciones previas: El usuario debe ingresar con credenciales a la aplicación.						
Dependencias:						
Pasos	Pasos de prueba	Datos de prueba	Resultado esperado	Resultado actual (falla o pasa)	Estado (falla o pasa)	Nota
1	Hacer clic en la opción del menú de navegación Bluetooth		Debe direccionarlo al módulo de conexión.	Ok	Ok	
2	Buscar el dispositivo IoT disponible.		El sistema mostrara un listado de los dispositivos Bluetooth disponibles.	Ok	Ok	
3	Hacer clic en el dispositivo IoT.		Debe ser redireccionado a las opciones de conexión con el dispositivo.	Ok	Ok	

Figura 136

Prueba de CRUD interfaz cultivo

Nombre del proyecto: Agro.App						
Casos de prueba						
ID de caso de prueba: BU_005			Prueba diseñada por: Julio Cesar Martínez Torres			
Prioridad de prueba(Bajo, medio, alto): alto			Fecha de prueba de diseño: 31/03/2024			
Nombre del módulo: CRUD interfaz cultivo			Prueba ejecutada por: Johana Gil Peña			
Título de la prueba: Probar la funcionalidad en creación, modificación, eliminación y funciones de la interfaz de cultivos			Fecha de ejecución de la prueba: 31/03/2024			
Descripción: Verificar la funcionalidad de los módulos de creación, eliminación modificación y acciones sobre la interfaz del cultivo.						
Condiciones previas: El usuario debe acceder al sistema con credenciales de acceso validas e ingresar mediante el menú de navegación a la opción de interfaz de cultivo.						
Dependencias:						
Pasos	Pasos de prueba	Datos de prueba	Resultado esperado	Resultado actual (falla o pasa)	Estado (falla o pasa)	Nota
1	Hacer clic en el menú de navegación en la opción cultivos.		Direccionamiento al módulo de cultivos	Ok	Ok	
2	Seleccionar la opción ingresar datos de cultivos.	Temperatura: 22°C Nivel de PH: 5.2 Humedad: 70%	Debe guardar los datos al hacer clic en la opción crear cultivo.	Ok	Ok	
3	Seleccionar la opción modificar cultivo	Tipo de cultivo (modificar) a anturio flor roja	Debe modificar los datos de la finca creada anteriormente, al hacer clic en actualizar, se deben guardar los cambios.	Ok	Ok	
4	Seleccionar la opción eliminar cultivo.		Debe eliminar el cultivo creado anteriormente.	Ok	Ok	Se espera que muestre el mensaje de confirmación de eliminar cultivo.
5	Hacer clic en la lista de cada cultivo creado.		Sera redireccionado a la información detallada del cultivo.	Ok	Ok	

5	Hacer clic en la lista de cada cultivo creado.		Sera redireccionado a la información detallada del cultivo.	Ok	Ok	
6	Consultar información de cultivo		En la información de cada cultivo el sistema mediante geolocalización le brindara la información de temperatura actual.	Ok	Ok	
7	Hacer clic en la opción de consultar síntomas		Sera redireccionado al listado de síntomas actuales de la planta.	Ok	Ok	
8	Hacer clic en una de las opciones de la lista de síntomas.		Sera redireccionado hacia la especificación de los posibles tratamientos para tratar el síntoma.	Ok	Ok	
9	Hacer clic en la opción de gestión de tareas.		Sera redireccionado hacia el módulo de crear una tarea.	Ok	Ok	
10	Hacer clic en botón flotante para crear una tarea		Sera redireccionado hacia el módulo para la descripción de la tarea.	Ok	Ok	
11	Hacer clic en crear una tarea.		El sistema guarda la tarea creada.	Ok	Ok	

Prueba de usuario

Para las pruebas en los cultivos analizados, se realizó una visita a cada uno de los cultivos, tomando una muestra directamente en el suelo de los cultivos para determinar la humedad del suelo, luego se realizó una toma de muestras de cada suelo para preparar las muestras para aplicar la medición de PH utilizando el sensor descrito en el capítulo 9.

Para las conexiones del sensor con el ESP32 y transmisión de datos vía Bluetooth al dispositivo móvil se utilizaron los siguientes componentes físicos.

ESP32: Microcontrolador con Wi-Fi y Bluetooth.

Sensor de pH: Un sensor de pH adecuado para su uso con microcontroladores, como el sensor de pH con módulo BNC.

Soluciones de calibración de pH: Soluciones con pH conocido (pH 4, pH 7, pH 10) para calibrar el sensor.

Resistencias, cables y protoboard: Para las conexiones.

Fuente de alimentación: Para alimentar el ESP32 y el sensor.

Calibración del sensor de pH:

Limpieza: Limpiar el electrodo antes de sumergirlo en cualquier solución de calibración.

Solución de pH 7: Se sumerge el sensor en una solución de pH 7..

Solución de pH 4 o pH 10: Se repite el proceso con una solución de pH 4 o pH 10.

Cálculo de la recta de calibración: Se utiliza los valores de voltaje obtenidos para dos soluciones de pH diferentes para calcular la pendiente y la intersección de la recta que relaciona el voltaje con el pH.

Medición de PH

Muestras tomadas para las mediciones de pH.

Figura 137

Muestras



Fuente: Autoría Propia

Medición de humedad

El sensor de humedad del suelo entregará un valor analógico que suele estar entre 0 (máxima humedad) y 4095 (mínima humedad) en un ESP32, ya que usa un ADC de 12 bits.

Para las conexiones del sensor con el ESP32 y transmisión de datos vía Bluetooth al dispositivo móvil se utilizaron los siguientes componentes físicos.

La calibración de los datos se utiliza el código implementado en la placa ESP 32 visto en el capítulo 10.

ESP32: Microcontrolador con conectividad Wi-Fi y Bluetooth.

Sensor de humedad del suelo: Como el sensor capacitivo de humedad del suelo.

Resistencias, cables y protoboard: Para las conexiones.

Fuente de alimentación: Para alimentar el ESP32 y el sensor.

Aplicación de la toma de muestras en cada uno de los cultivos

Tabla 2

Toma de muestras cultivo 1


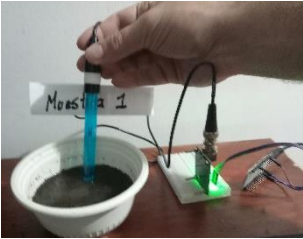

Medición de humedad	Medición de PH	Información vista desde la aplicación
		
<p>Para la muestra de humedad, se toma directamente en el cultivo intruduciendo el higrometro en la superficie blanda cerca de la raiz de la planta.</p>		

Tabla 3

Toma de muestras cultivo 2

Medición de humedad	Medición de PH	Información vista desde la aplicación



Tipo de cultivo:	Lote de anturio
Finca	2
Numero de plantas:	1500
Datos adicionales	
Nivel de PH del suelo	6.5
Temperatura	25.8 °C
Coordenadas Geograficas LatLng(lat: 4.5697979, lng: -74.1169669)	
Humedad	70.0 %

Tabla 4*Toma de muestras cultivo 3*

Medición de humedad	Medición de PH	Información vista desde la aplicación
---------------------	----------------	---------------------------------------



Tipo de cultivo: Lote de anturio
Finca 3
Numero de plantas: 1200
Datos adicionales

Nivel de PH del suelo 6.7 ↓

Temperatura 25.8 °C ☀

Coordenadas Geograficas
LatLng(lat: 4.569789, lng: -74.1169589)

Humedad 72.0%

Tabla 5

Toma de muestras cultivo 4

Medición de humedad

Medición de PH

Información vista desde la aplicación



Tipo de cultivo: Lote de anturio
Finca 4
Numero de plantas: 1800
Datos adicionales




Nivel de PH del suelo 5.9 ↓

Temperatura 22.9 °C ☀

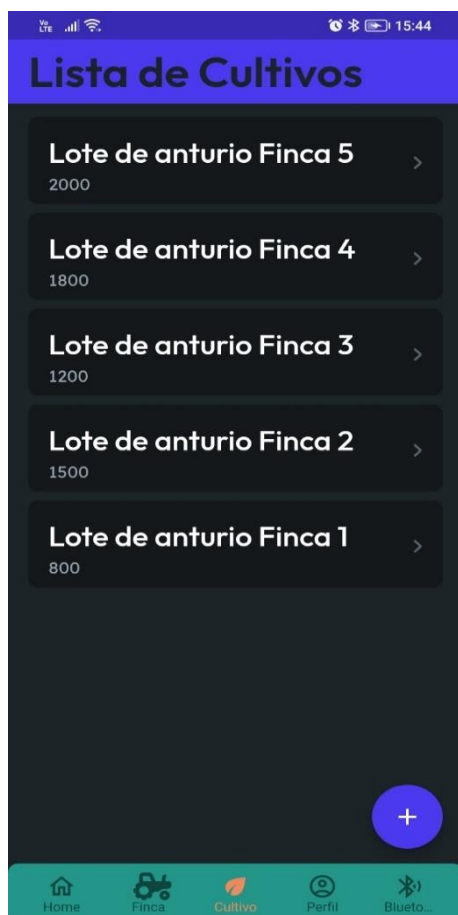
Coordenadas Geograficas
LatLng(lat: 4.5697869, lng: -74.1169703)

Humedad 74.0%

Tabla 6*Toma de muestras cultivo 5*

Medición de humedad	Medición de PH	Información vista desde la aplicación
		 <p>Tipo de cultivo: Lote de anturio Finca 5 Numero de plantas: 2000 Datos adicionales</p> <p>Nivel de PH del suelo 6.8 ↑↓</p> <p>Temperatura 25.8 °C ☀</p> <p>Coordenadas Geograficas LatLng(lat: 4.5697863, lng: -74.1169564)</p> <p>Humedad 62.0 %</p>

Listado de los cultivos creados en la aplicación.

Figura 138*Listado de cultivos*

Fuente: Autoría Propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en cada uno de los cultivos, se determina que todos están entre los estándares de pH apropiados para este tipo de cultivo (ligeramente ácido, entre 5.5 y 6.5.). En cuando a la humedad necesaria, aquellos con humedad inferior al 70% pueden presentar problemas relacionados a causa de un suelo seco.

Resultados

En la Vereda Java, municipio de Viotá, se investigó el proceso de producción de anturio con pequeños floricultores, identificando etapas clave que afectan la calidad de la flor y su impacto en la comercialización. Los floricultores indicaron que aplican métodos empíricos o adaptados de otros cultivos y que no están familiarizados con tecnologías avanzadas debido a sus altos costos. Esta falta de acceso tecnológico conduce a enfoques ambiguos en el ciclo de producción, lo cual afecta la calidad de la flor y reduce la eficiencia operativa, con consecuencias económicas desfavorables. El análisis de los cinco cultivos reveló que el estado del suelo es un factor crítico: la alta humedad provoca podredumbre en las plantas, mientras que la sequedad produce plantas amarillas y flores más pequeñas.

La identificación de requerimientos para la aplicación móvil de optimización de cultivos de anturio en la Vereda Java se realizó según el estándar IEEE 830, definiendo ocho requisitos funcionales y ocho no funcionales. Entre los requerimientos clave destacan el monitoreo en tiempo real de pH y humedad del suelo, alertas de condiciones fuera de rango y registro histórico para análisis. Los casos de uso permiten al floricultor consultar datos, recibir notificaciones y registrar información de cultivos, asegurando una interacción sencilla para usuarios con poca experiencia tecnológica. La aplicación utiliza una red de sensores conectados a un microcontrolador ESP32, que transmite datos vía Bluetooth Low Energy (BLE) a la interfaz móvil. Las tecnologías seleccionadas incluyen Android Studio para el desarrollo y Flutter para una interfaz intuitiva, diseñada para dispositivos de gama media y baja, maximizando la accesibilidad y eficiencia energética en el uso de sensores.

Para la aplicación móvil, se diseñó una arquitectura desacoplada de cuatro capas: capa de aplicación, capa de servicios, capa de comunicación y capa física. Mediante el uso del Lenguaje de Modelado Unificado (UML), fue posible diseñar tanto la estructura como el comportamiento del sistema.

Se desarrolló un prototipo de una aplicación móvil para la optimización de cultivos de anturio, dividida en back-end y front-end. Para el back-end, se optó por la plataforma Firebase, conocida por ser una base de datos en la nube que garantiza el acceso a la información en tiempo real, ofreciendo así mayor seguridad y respaldo de los datos almacenados. Para el front-end, el diseño de las interfaces se realizó empleando un entorno de desarrollo basado en Android Studio, integrado con el SDK Flutter, el cual permite la incorporación del lenguaje Dart en el proceso de desarrollo de la aplicación. Se incluyó un menú de navegación para facilitar la interacción con cada una de las interfaces.

Para la conexión entre la aplicación y las herramientas IoT, se utilizó un microcontrolador ESP32, el cual tiene capacidades integradas de WiFi y Bluetooth dual mode. Mediante el IDE de Arduino y añadiendo soporte para placas ESP32, se integraron y configuraron los sensores para el envío de datos a la aplicación. Para la obtención de datos de pH y humedad, se utilizaron sensores específicos para cada medición. El sensor de pH monitorea la actividad de los iones de hidrógeno en una solución mediante electrodos, midiendo el intercambio de iones a través de su membrana de vidrio y comparándolo con el voltaje del electrodo interno. Para esto, se toma una muestra del terreno y se disuelve en agua. Para la medición de humedad, se utilizó el sensor HW-080, el cual consta de dos partes. La primera es el módulo de medición estándar, que posee un comparador LM393

con un potenciómetro incluido en el circuito. La segunda parte es una resistencia variable, cuya resistencia depende de la humedad presente en el suelo.

La evaluación de la aplicación móvil para la optimización del cultivo de anturio incluyó pruebas de caja negra y pruebas de usuario en cinco cultivos de la Vereda Java. Las pruebas de caja negra verificaron la funcionalidad básica del sistema, incluyendo la creación de cuentas, el inicio de sesión, la navegación y la conexión con dispositivos IoT. En las pruebas de usuario, se tomaron muestras de suelo para medir el pH y la humedad, utilizando sensores conectados a un microcontrolador ESP32 y transmisión de datos vía Bluetooth. Los resultados revelaron que todos los cultivos estaban dentro del rango adecuado de pH (5.5 a 6.5), mientras que aquellos con humedad inferior al 70% mostraron posibles problemas por suelo seco. La aplicación mostró eficacia en el monitoreo de condiciones y en el apoyo a los floricultores en la toma de decisiones informadas sobre el manejo de sus cultivos.

Conclusiones

Tras la finalización del proyecto de desarrollo de la aplicación, se llegó a las siguientes conclusiones:

El análisis del proceso de producción de anturio por los pequeños floricultores en la Vereda Java, municipio de Viotá, reveló dos factores principales que afectan los cultivos de anturio: el impacto del estado del suelo en la calidad del anturio y el uso de métodos empíricos junto con la falta de tecnologías avanzadas. Estos factores generan consecuencias económicas desfavorables, lo que subraya la necesidad de implementar tecnologías adecuadas para mejorar la calidad de la flor. Además, es crucial realizar capacitaciones y transferencias de conocimiento sobre el uso de tecnologías avanzadas y buenas prácticas agrícolas para que los floricultores puedan adoptar métodos más eficientes y efectivos.

Después de analizar el proceso de producción de anturio, se determinó que la implementación de una aplicación móvil utilizando tecnología IoT es una solución viable para abordar las dificultades actuales en la producción. A través de la información obtenida de los floricultores, se definieron los requisitos funcionales y no funcionales, proporcionando una guía clara y estructurada para el desarrollo de la aplicación. Esto asegura que la aplicación aborde las necesidades específicas del proceso de producción de anturio y contribuya a mejorar la eficiencia, calidad y rentabilidad de los cultivos.

Para definir la estructura lógica del sistema, se diseñó una arquitectura basada en el Modelo Vista-Modelo de Vista (MVVM), complementada por una estructura desacoplada de cuatro capas: capa de aplicación, capa de servicios, capa de comunicación y capa física. Esta arquitectura modular incluye la vista de procesos, el modelo de datos y la vista lógica,

facilitando la modularidad, el mantenimiento y la escalabilidad de la aplicación. El uso del Lenguaje de Modelado Unificado (UML) permitió diseñar de manera efectiva tanto la estructura como el comportamiento del sistema, asegurando que cada componente pueda desarrollarse, probarse y mejorarse de forma independiente. La clara definición de estas capas y el uso de UML garantizan que la aplicación cumpla con los requisitos técnicos, mejorando la eficiencia en la gestión y producción de los cultivos de anturio, lo cual contribuye a la sostenibilidad y rentabilidad de los floricultores locales.

El desarrollo del prototipo de la aplicación móvil ofrece una plataforma inicial para mejorar la producción de anturio mediante la recopilación y análisis de datos en tiempo real, demostrando la viabilidad técnica de integrar tecnología IoT en la Vereda de Java, Viotá. La elección de Firebase y Flutter refleja la adopción de tecnologías modernas que optimizan la seguridad, accesibilidad e interactividad, facilitando una gestión eficiente de datos y mejorando la experiencia del usuario, lo cual es crucial para incrementar la eficiencia operativa en los cultivos. La integración del microcontrolador ESP32 con sensores de pH y humedad permite la recolección precisa de datos clave para el cultivo de anturio, asegurando condiciones óptimas y un manejo efectivo del suelo en la región.

Las pruebas funcionales confirmaron que la aplicación cumple con los requisitos establecidos, demostrando su efectividad en el apoyo a los floricultores para el monitoreo y gestión de sus cultivos de anturio. La aplicación facilita la adopción de prácticas más precisas y basadas en datos mediante tecnología IoT, lo cual mejora la capacidad de respuesta ante las condiciones del suelo y promueve tanto la sostenibilidad de los cultivos como su rentabilidad a largo plazo.

Recomendaciones

A continuación, se presentan las recomendaciones que se deben tener en cuenta a futuro para el éxito de la aplicación:

Necesidad de Implementación y Mejora Continua: Aunque se ha desarrollado un prototipo funcional, es evidente la necesidad de implementar y continuar mejorando la aplicación móvil para satisfacer plenamente las necesidades de los floricultores. Esto incluye integrar más sensores IoT, ampliar la capacidad analítica de los datos y adaptar la interfaz de usuario según los comentarios y necesidades específicas de los usuarios finales.

Importancia del Soporte y la Capacitación: Además del desarrollo técnico, es esencial proporcionar soporte continuo y capacitación a los usuarios para asegurar una adopción efectiva de la aplicación. Esto garantiza que los floricultores puedan maximizar los beneficios de la tecnología y gestionar eficazmente sus operaciones agrícolas con las nuevas herramientas disponibles.

Optimización de la Interfaz de Usuario (UI/UX): A medida que la aplicación evoluciona, es crucial realizar evaluaciones periódicas de la interfaz de usuario. Esto implica simplificar la navegación, mejorar la usabilidad y asegurarse de que la interfaz sea intuitiva y fácil de usar para los floricultores, especialmente aquellos menos familiarizados con la tecnología.

Colaboración y Retroalimentación Continua: Fomentar un ciclo continuo de retroalimentación con los usuarios finales, involucrando activamente a los floricultores en el proceso de desarrollo y mejorando la aplicación según sus comentarios y sugerencias. Esto no solo mejora la aceptación de la aplicación, sino que también fortalece la comunidad agrícola y promueve una cultura de mejora continua.

Referencias Bibliográficas

- Acuña Hernández, K. G. (2021). MERCAPP campesino: aplicación web para facilitar la distribución de productos por parte de agricultores y la reducción de intermediarios. <https://repositorio.uan.edu.co/items/66410b74-c406-4a2c-bb7d-4a146a8c4a82>
- Avilés, R. F., Romero, W., Loor, G. A., & Nava, J. D. (2020). Estudio del uso de apps en las actividades agrícolas de las pequeñas unidades productivas en el sector de Milagro - Ecuador - ProQuest. <https://www.proquest.com/docview/2350123079?parentSessionId=gvEsBRfP%2B9I4%2B4MTAZw5wBXFdRjOKfhZIIIRobWcAYxA%3D&accountid=48784&sourcetype=Scholarly%20Journals>
- BRICEÑO JEJÉN, M., & CUBIDES PORRAS, W. F. (2020). DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN IOT PARA MONITOREO DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS DE UN CULTIVO HIDROPÓNICO DE FLORES EN INVERNADERO [UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA]. https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/12734/2020_Tesis_Manuel_Brice%c3%b1o_Jejen.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castillo Gómez, A. E. (2022). Arquitectura limpia con MVVM (Model View Viewmodel) para aplicaciones móviles Android. Exploraciones, intercambios y relaciones entre el diseño y la tecnología, 57–79. <https://doi.org/10.16/CSS/JQUERY.DATATABLES.MIN.CSS>
- Castillo, J. A. (2020). Protocolo TCP/IP - ¿Qué es y cómo funciona? <localhost/xmlui/handle/11506/2181>
- Cherlinka, V. (2023). EOS Data Analytics. Humedad Del Suelo: Métodos E Instrumentos De Medición. <https://eos.com/es/blog/humedad-del-suelo/>
- Daniela Ariza Arizas, M., Cardona Díaz, N., & Mauricio Tarazona Bermúdez, G. (2019). Application proposal for Colombian agriculture. *Revista Vínculos*, 16(1), 17–28. <https://doi.org/10.14483/2322939X.15089>
- Espressif Systems. (2024). ESP32 Series Datasheet 2.4 GHz Wi-Fi + Bluetooth ® + Bluetooth LE SoC Including. www.espressif.com
- Ferrari, A., Bacco, M., Gaber, K., Jedlitschka, A., Hess, S., Kaipainen, J., Koltsida, P., Toli, E., & Brunori, G. (2022). Drivers, barriers and impacts of digitalisation in rural areas from the viewpoint of experts. *Information and Software Technology*, 145, 106816. <https://doi.org/10.1016/J.INFSOF.2021.106816>
- García, E., & Flego, F. (2008). Agricultura de precisión. *Revista Ciencia y Tecnología*. <https://www.maquinac.com/wp-content/uploads/2015/07/Agricultura-de-Precision-Universidad-de-Palermo.pdf>

- García, R. F. (2023). MVVM: Model–View–ViewModel. *iOS Architecture Patterns*, 145–224. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9069-9_4
- Gómez Ramírez, M., Mossos-Vivas, N., & Herrera Ramírez, R. (2021). Desarrollo de una herramienta tecnológica facilitadora de buenas prácticas agrícolas en los pequeños agricultores del Municipio de Argelia. *Informador técnico*, 85(2), 160–171. http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/3642/4238
- Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., & Castro Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, ISSN-e 2588-073X, Vol. 4, N°. 3, 2020, págs. 163-173, 4(3), 163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Guzmán Rincón, A., Anguiano Sánchez, B. J., Lourdes Segovia García, C. F., & Dworaczek Conde, H. O. (2022). Perspectivas de las ciencias económicas y administrativas, sociales e ingenierías: retos y oportunidades para el desarrollo. https://uniasturias.edu.co/SUMMA/pdf/Digital_final_31_de_enero.pdf
- Hohensee, B. (2014). *Introducción A Android Studio. Incluye Proyectos Reales Y El Código Fuente* - Barbara Hohensee - Google Libros (Babelcube Inc, Ed.). https://books.google.com.co/books?id=4dkuBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 9(2), 77–101. <https://doi.org/10.4236/JDAIP.2021.92006>
- Olvera Sánchez, R. (2017). *Monografía del cultivo de Anturio (Anthurium sp.) [UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO]*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/110657>
- Oteyo, I. N., Pupo, A. L. S., Zaman, J., Kimani, S., De Meuter, W., & Boix, E. G. (2021). Building smart agriculture applications using low-code tools: The case for discopar. *IEEE AFRICON Conference, 2021-September*. <https://doi.org/10.1109/AFRICON51333.2021.9570936>
- Pato Folgoso Antonio, Condés Rodríguez L. Fernando, & Vicente Conesa Francisco E. (2023). *Cultivo del anthurium para flor cortada*. <https://infoagro.com/flores/flores/Anthurium.htm>
- Pinzón Muñoz, C. A., Peña Jiménez, Y. E., Cuarán Ramos, N. L., & Redondo Méndez, A. C. (2022). Sector floricultor colombiano en los TLC con Canadá y República de Corea. *PODIUM*, 42, 117–136. <https://doi.org/10.31095/podium.2022.42.7>
- Questa-Torterolo, M., Cabrera Borges, C., & Techera, A. T. (2022). Capítulo 1: ¿Qué es la investigación?

- RapidAPI. (s/f). Documentación de la API de WeatherAPI.com weatherapi) | RapidAPI. Recuperado el 19 de mayo de 2024, de <https://rapidapi.com/es/weatherapi/api/weatherapi-com/>
- Remmers, G. (1990). Agricultura tradicional y agricultura ecológica: vecinos distantes [Universidad de Cordoba]. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_ays/a066_07.pdf
- Reyes Villamizar, F., Cruz Araujo, L. F., Cáceres Vargas, N. P., & Valero Garzón, E. H. (2017). DESEMPEÑO DEL SECTOR FLORICULTOR INFORME. <http://www.dw.com/es/cada-flor-tiene-su-precio/a-18240097>
- Roa Peña, P. M., Roa Peña, B. G., & Forero Valero, J. A. (2020). Propuesta de un portal web como medio de comunicación entre comerciantes y agricultores de la vereda Naranjalito del municipio de Apulo Cundinamarca para promover la comercialización directa de productos agrícolas. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7474>
- Sánchez, C., & Cárdenas, E. (2020). ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE VIOTÁ - COMPONENTE GENERAL. <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/documents/1cbf04409c03489e97679e063d3622ba/explore>
- TORRES TAMAY, M. C. (2022). DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB FLORÍCOLA PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE SIEMBRA Y COSECHA EN UN INVERNADERO DE FLORES [UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TORRES%20TAMAY%20MYRIAN%20CRISTINA.pdf>
- TrackitAgro. (s/f). 10 sensores IoT en agricultura para control de procesos - TrackitAgro. 2021. Recuperado el 19 de mayo de 2024, de <https://www.trackitagro.com/10-sensores-iot-en-agricultura-para-control-de-procesos/>

Apéndice

Manual de usuario

Contenido manual de usuario

Descripción	182
Requerimientos	182
Instalación	182
Uso de la aplicación AgroApp	183
Datos de acceso a la aplicación	183
Registro de usuario por primera vez	184
Navegación por la aplicación AgroApp	186
Inicio.....	186
Finca.....	187
Cultivo.....	189
Bluetooth.....	192
Modificar perfil	193

Descripción

Esta aplicación básicamente se encarga de optimizar los procesos de producción de flor de anturio mediante el uso de herramientas IoT para la obtención de datos del cultivo y la gestión de información base para la toma de decisiones que ayuden a mejorar la calidad del producto final.

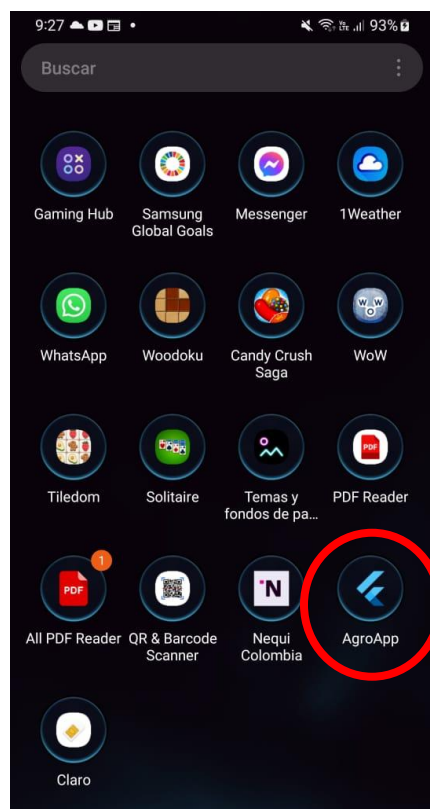
Requerimientos

Versiones de SO compatibles

- Sistema operativo Android (4.1 o superior)
- Memoria RAM 256Mb
- Conectividad a internet

Instalación

Una vez descargada la aplicación, esta se instalará de forma automática, una vez la aplicación sea instalada, se debe ubicar el icono de la aplicación ejecutable para asegurar que esta se encuentra instalada correctamente, para abrir la aplicación móvil, solo se debe hacer clic sobre el icono que se muestra en la pantalla del celular.



Uso de la aplicación AgroApp

Tras ubicar el icono de la aplicación AgroApp en el menú de las aplicaciones de la pantalla del dispositivo móvil, presionar sobre la aplicación para que esta se inicie automáticamente.

Datos de acceso a la aplicación.

Inicialmente la aplicación mostrara la pantalla de inicio de sesión, en la cual solicitara el ingreso mediante datos de usuario (usuario y contraseña).



Registro de usuario por primera vez

Para registrarse por primera vez, debe dirigirse a la opción de registrarse donde la aplicación le solicitará un correo electrónico y una contraseña. Luego de ingresar estos datos, debe hacer clic en la opción crear cuenta para guardar la información y crear los datos de acceso.

Crear una cuenta

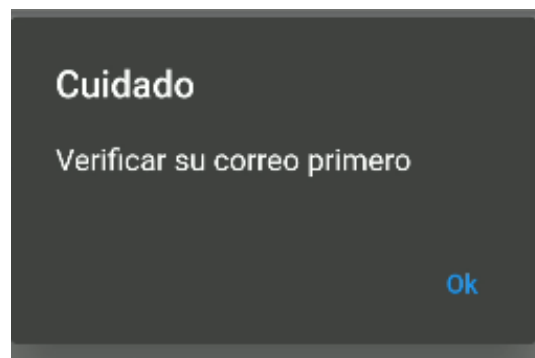
Aplicacion para el floricultor



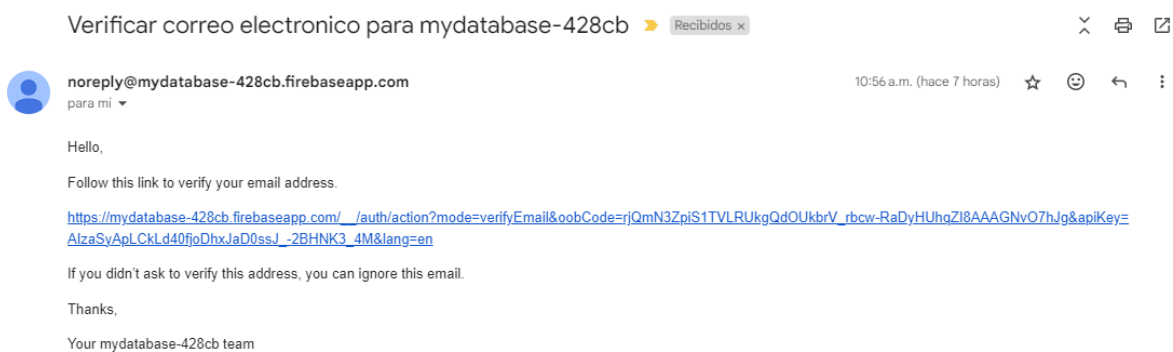
Crear cuenta

¿Ya tienes una cuenta? [Ingresa aqui](#)

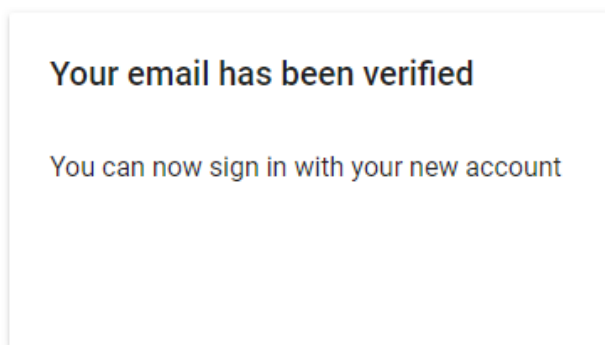
Por seguridad la aplicación le pedirá comprobar su correo electrónico, sin este paso se mostrará un mensaje para que se dirija al correo electrónico ingresado en la creación de usuario y realice la comprobación correspondiente.



Para ello debe abrir su correo electrónico en el cual encontrara un mensaje como el que se relaciona en la figura.



Debe hacer clic en el enlace relacionado para la verificación del correo.



Navegación por la aplicación AgroApp

Inicio

Al iniciar sesión, el usuario podrá acceder de primera mano a la información sobre los distintos procesos de cultivo de anturio.



En esta pantalla podrá observar una recolección de datos generalizada para que pueda acceder a la base de datos donde se almacena información sobre los principales problemas que afectan la producción de anturio y como brindar una posible solución.

Recomendaciones

Forma de cultivar el anturio
Su propagación se realiza por semillas, por división, por esquejes y por propagación in vitro

Sistema de riego
Lo recomendable para el sistema de riego es utilizar el goteo por mangueras con porta goteras de 16mm de diámetro interior, se debería colocar cuatro por cada banqueta con emisores autocompletantes de 1.5 a 1.8 l/h de caudal cuando se conecte entre el riego

Recolección de cosecha
Para saber el punto exacto en el cual la flor está en su madurez, se debe tener en cuenta el color del espádice además de la firmeza del pedúnculo

Al hacer clic en cada uno de los ítems lo llevara a información de su interés.

← **Clima y suelo adecuado para s...**

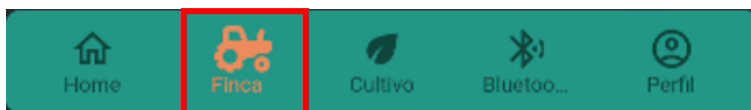


La luz es el factor más importante para la fotosíntesis de la planta además de estar directamente relacionada con la temperatura de esta, cuanto más disponga de luz, más favorable será la producción de la flor.

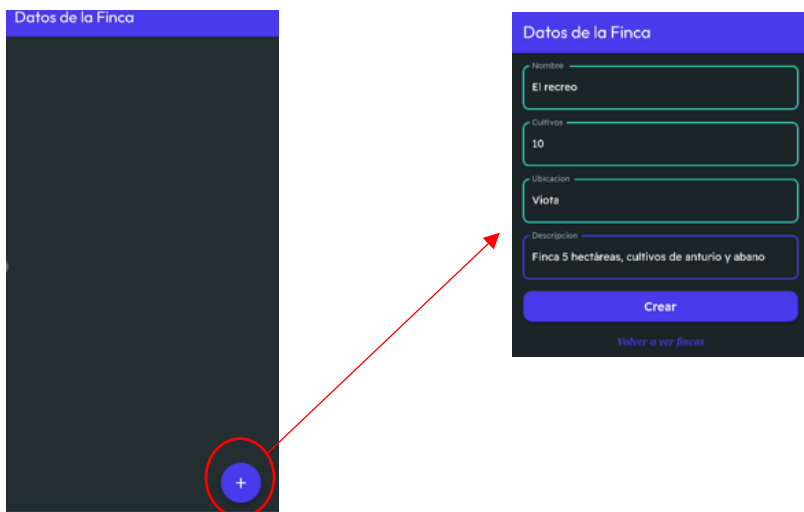
La temperatura para al anturio debe estar entre los 26 y los 30 grados ya que es una planta de clima tropical. La humedad está directamente relacionada con la temperatura y esta debe variar entre 60 y 80 por ciento conforme a la variación de la temperatura, además se debe tener un suelo con un PH de entre 5 y 6.5 aunque se recomienda el cultivo en sustrato debido a la oxigenación del aire

Finca

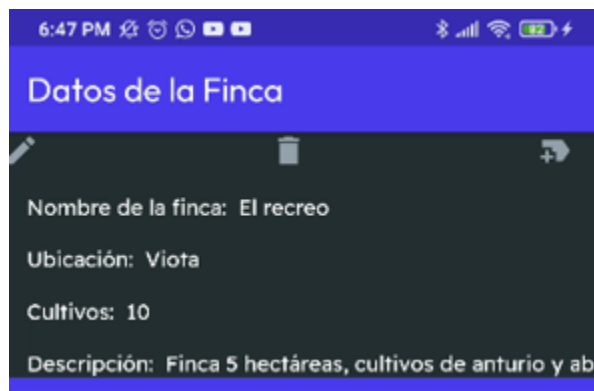
Al presionar el ícono de Finca, se mostrará una pantalla con un icono flotante para que el usuario ingrese los datos de la finca correspondiente.



Para ingresar una nueva finca presión el icono flotante que le dará acceso a la pantalla para el ingreso de los datos de la finca. Posteriormente puede ingresar los datos y presionar el icono de crear para guardar la información.



Luego de ingresar los datos de la finca, en la pantalla principal de finca, podrá observar las fincas guardadas.

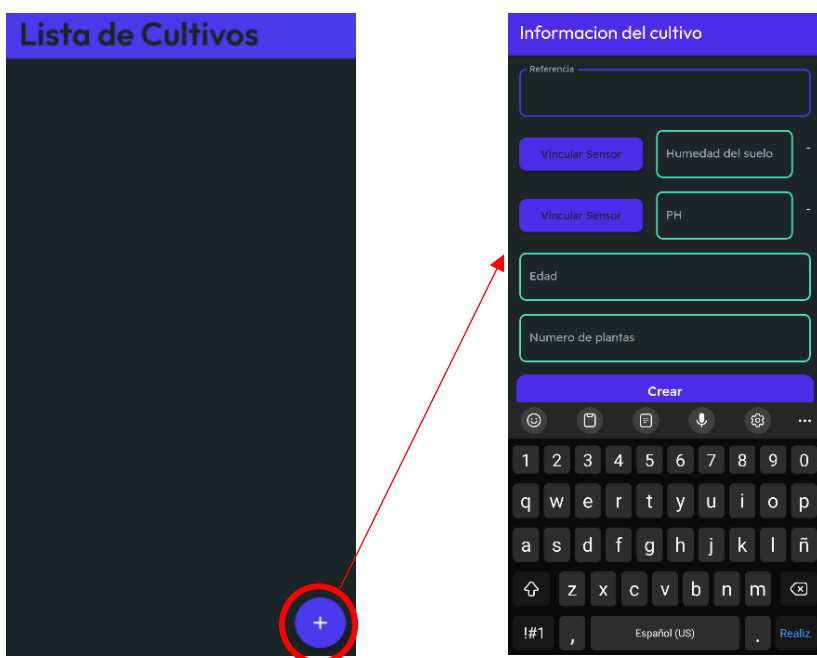


Cultivo

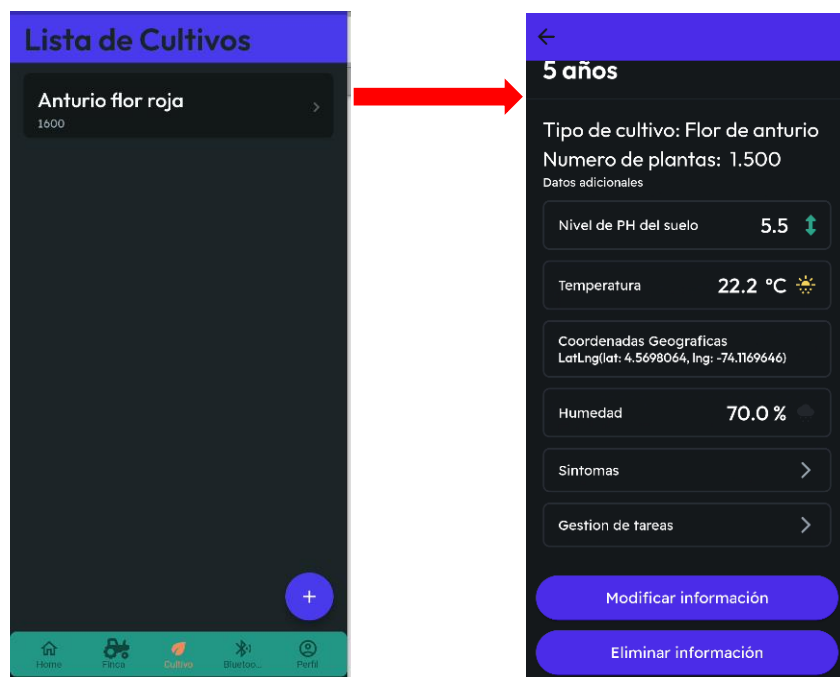
Al presionar el botón de cultivo accederá a la información sobre cultivo, con el botón flotante puede acceder a la opción de ingresar información del cultivo.



Para ingresar un nuevo cultivo presión el icono flotante que le dará acceso a la pantalla para el ingreso de los datos del cultivo. Posteriormente puede ingresar los datos y presionar el icono de crear para guardar la información.

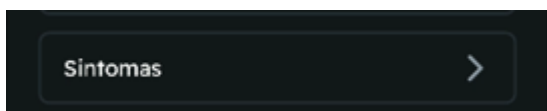


Luego de crear el primer cultivo, podrá consultar cada uno de los cultivos en la lista de la pantalla principal de cultivos, para consultar cada cultivo, debe hacer clic en cada una de las listas.



Opciones de consultar síntomas

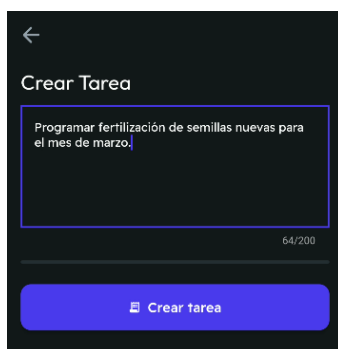
En la pantalla de los datos de cultivos puede consultar los síntomas que actualmente presenta los cultivos para redireccionarlos hacia la descripción de las posibles soluciones para los problemas que afecta el cultivo.



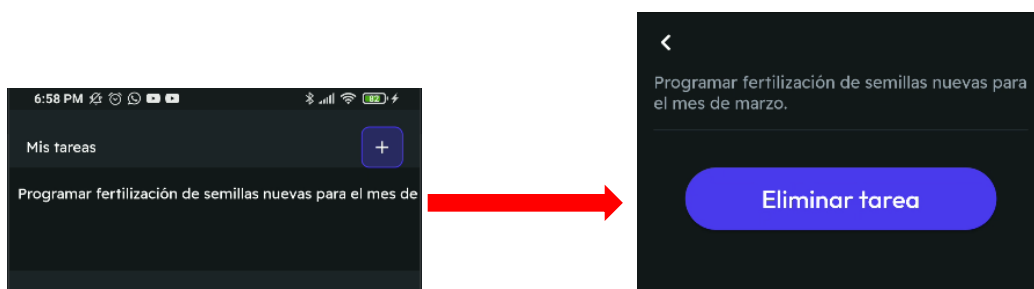


Gestión de tareas.

La aplicación ofrece la opción de agregar una tarea.



Luego de agregar una tarea, esta la podra consultar en la pagina de gestion de tareas.

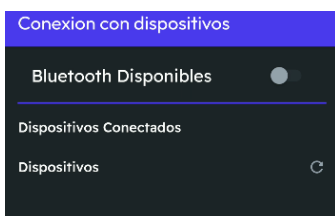


Bluetooth

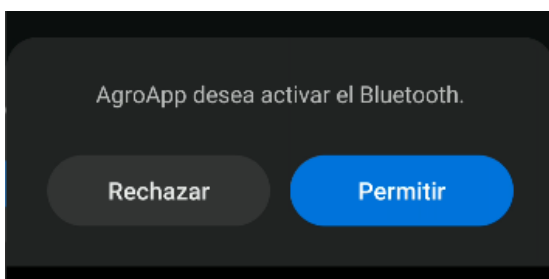
Al presionar el botón de cultivo accederá a la opción para la conexión con los sensores de humedad y de PH que se integran a la aplicación para obtener datos más precisos.

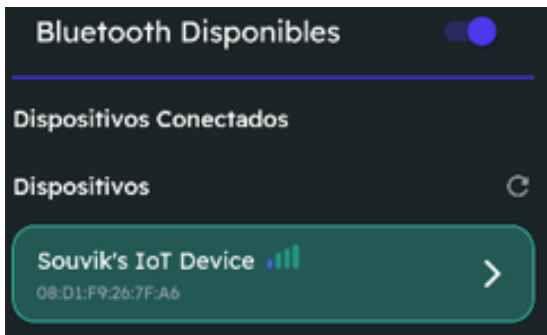


Esta opción lo redireccionara a consultar los dispositivos disponibles, si esta conectados correctamente los sensores, estos aparecerán en la pantalla de dispositivos.



Para que la opción de conexión funcione, debe activar el bluetooth del dispositivo móvil.





Modificar perfil

En la opción de modificar perfil puede actualizar sus datos de perfil de usuario como colocar una foto de perfil o cambiar datos personales.

